







ŒUVRES

DE

DESCARTES

DISCOURS DE LA MÉTHODE & ESSAIS

VI

M. Darboux, *de l'Académie des Sciences, doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, et* M. Boutroux, *de l'Académie des Sciences Morales et Politiques, professeur d'histoire de la philosophie moderne à la Sorbonne,* ont suivi l'impression de cette publication en qualité de commissaires responsables.

ŒUVRES

DE

DESCARTES

PUBLIÉES

PAR

CHARLES ADAM & PAUL TANNERY

SOUS LES AUSPICES

DU MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

DISCOURS DE LA MÉTHODE & ESSAIS

VI



PARIS

LÉOPOLD CERF, IMPRIMEUR-ÉDITEUR

12, RUE SAINTE-ANNE, 12

1902

AVERTISSEMENT

Le présent volume contient :

1° Le *Discours de la Méthode et les Essais* [1], d'après l'édition originale, publiée en 1637 à Leyde, chez Jan Maire, sans nom d'auteur, en format in-4°, avec deux paginations : 3-78 pour le *Discours* placé en tête, 1-418 pour les *Essais*, que suivent 31 pages non numérotées, contenant les Tables des matières ;

2° La version latine de cet ouvrage (*Specimina Philosophiæ* [1]), version due à Etienne de Courcelles, Français établi à Amsterdam comme ministre protestant, et publiée à Amsterdam, chez Louis Elzevier, en 1644, en meme temps que les *Principia Philosophiæ* de Descartes. Les deux ouvrages dans cette édition, sont d'ordinaire réunis en un seul volume in-4°, les *Specimina* étant en tête, et comprenant d'abord 16 pages sans numéro (titre et *indices*), puis 331 pages numérotées. Le nom du traducteur n'y figure point, mais au contraire celui de Descartes attestant (voir ci-après p. 539) qu'il a revu et corrigé le texte, et l'avouant, au moins quant au sens, comme seconde édition.

Etienne de Courcelles avait laissé de côté le dernier des trois *Essais*, c'est-à-dire la *Géométrie*. Une version latine en parut également du vivant même de Descartes : GEOMETRIA, *à* Renato Des Cartes *anno 1637 Gallicè edita ; nunc autem cum notis* Florimondi de Beaune *in Curia Blesensi Consiliarii Regii*

1. Voir ci-après le titre complet sur la reproduction phototypique du frontispice de l'édition originale.

in Latinam linguam versa, et Commentariis illustrata, operâ atque studio Francisci à Schooten Leydensis, *in Academia Lugduno-Batava Matheseos Professoris Belgicè docentis.* (Lugduni Batavorum. Ex officina Ioannis Maire. M. DC. XLIX, in-4° [1].) Mais cette fois, quoiqu'en très bonnes relations avec Schooten, qu'on doit même tout à fait regarder comme son disciple en mathématiques, Descartes tint à lui laisser toute la responsabilité de cette édition, et il s'exprime nettement à cet égard dans une lettre à Mersenne du 4 avril 1648 (*Correspondance,* t. V, p. 145). Il nous suffisait donc de signaler en notes les quelques divergences, justifiées en général, que présente, avec le texte français, la version de Schooten, dont la fidélité est au reste remarquable et dont la latinité est beaucoup plus claire et correcte que Descartes ne semble l'avoir espéré.

Malheureusement, sous ce dernier rapport, la version d'Etienne de Courcelles laisse au contraire singulièrement à désirer, et entre les lignes dans lesquelles Descartes en constate l'exactitude (beaucoup trop littérale et obtenue, le plus souvent, à l'aide d'étranges gallicismes), on peut bien lire que, s'il avoue le sens, comme nous l'avons dit, il ne prend pas le style à son compte. Mais, s'il n'a pas voulu s'astreindre à le corriger et à y imprimer sa marque (ce qui lui aurait coûté plus de peine que de refaire lui-même toute la version), il n'en a pas moins certainement apporté des changements considérables : diverses inadvertances de la rédaction de 1637 ont disparu; l'exposition, en plusieurs endroits, a subi un remaniement important; les additions, plus ou moins notables, sont fréquentes [2]. Tout cela est aisément reconnaissable; mais le critérium qu'il

1. Schooten donna en 1659 une seconde édition (Amsterdam, Louis et Daniel Elzevier), dans laquelle ses commentaires sont sensiblement développés, et qui, grossie d'opuscules tant de lui-même que de Hudde, H. van Heuraet, Florimond Debeaune, Jean de Witt, constitue, en deux volumes, un véritable *corpus* de la géométrie cartésienne à cette date. C'est de cette seconde édition que nous nous sommes particulièrement servis.

2. Elles ont été, au moins les plus saillantes, indiquées entre guillemets dans le texte latin.

indique pour distinguer ses corrections, à savoir la liberté prise par rapport au texte de 1637, est évidemment insuffisant pour discerner sûrement les retouches de détail, lorsque l'auteur n'a cherché, par le choix d'une expression, qu'à préciser un peu mieux sa pensée. Dans ces conditions, on doit dire que, pour s'assurer si Descartes, pour tel passage des *Essais* que l'on veut approfondir, n'a pas eu un *repentir* avant 1644, il faut toujours confronter avec soin le texte des *Specimina*. Nous avons donc jugé nécessaire de le donner intégralement, en petits caractères ; la seule indication des divergences, en notes sur le texte français, eût entraîné, soit une minutie excessive, soit des exclusions arbitraires ; d'autre part, la fréquence, dans la littérature philosophique, des renvois au texte des *Specimina* rendait désirable la réédition de ce texte.

Quant aux nombreuses éditions du premier ouvrage de Descartes, qui ont suivi sa mort, nous n'avions pas à en tenir compte, notre plan étant limité à la reproduction des éditions originales. Mais nous donnons celles-ci complètement, du titre aux tables des matières et aux privilèges. Exception n'a été faite que pour les *errata*, que nous avons naturellement corrigés en leur lieu.

Les dispositions typographiques convenables ont été prises pour indiquer le commencement et la fin de chaque page des éditions originales et pour établir la correspondance entre les pages de cette édition pour le texte français et pour le texte latin [1].

Il nous reste à dire quelques mots sur les principes que nous avons suivis pour l'orthographe, en particulier pour celle du texte français, qui seule peut faire question. Les *Remarques sur l'orthographe de Descartes*, insérées pages LXXIX-CV du Tome I de la *Correspondance*, nous dispensent de nouveaux développements sur ce sujet ; mais nous avons à justifier les écarts apparents à l'annonce qui y a été faite que

1. Pour le texte français, les numéros des pages originales figurent sur la ligne du titre courant ; pour le texte latin, voir la note de la page 540.

nous suivrions scrupuleusement les éditions parues du vivant de l'auteur, et dont lui-même a corrigé le texte, lorsqu'on l'imprimait.

Nous n'avons nullement varié sur le principe ; nous considérons, au contraire, de plus en plus comme important de restituer aux écrits de Descartes la physionomie orthographique qui les a caractérisés.

En particulier, les singularités qu'offrait à cet égard le *Discours de la Méthode,* ne pouvaient manquer d'influer sur les lecteurs, surtout sur ceux pour qui il devint un livre de chevet. Cette influence, dont il serait aisé de fournir des exemples, se décèle, il est vrai, beaucoup plus dans les autographes du temps que dans les ouvrages imprimés. Mais elle persista longtemps et n'est point historiquement négligeable, ce qui serait un motif suffisant pour la fidèle reproduction du volume de 1637.

Cependant procéder en cette matière « comme en diplomatique » eût été, à l'égard de Descartes, une trahison d'autant plus flagrante qu'il a lui-même signalé, à propos de l'*errata* (voir ci-après, p. 514, note) que nombre de fautes restaient à corriger et que les distinctions (signes de ponctuation) laissaient souvent à désirer. L'édition de Jan Maire est d'ailleurs incontestablement très incorrecte au point de vue typographique : en particulier, l'orthographe d'un même mot et l'accentuation surtout sont singulièrement inconstantes.

L'excuse présentée par Descartes, à savoir que le compositeur n'entendait pas un mot de français, signifie toutefois seulement que l'auteur n'a pas trouvé, à Leyde, le précieux concours que prêtent d'ordinaire les protes et les tierceurs pour assurer la régularité de l'orthographe et pour faire disparaître les incorrections grammaticales ; car, plus le compositeur était ignorant du français, plus il a dû s'efforcer de suivre fidèlement la copie. Il faudrait donc pouvoir faire un départ entre les véritables fautes d'impression et les incorrections du manuscrit.

Or si, dans nombre de cas, la distinction est aisée à faire,

dans beaucoup d'autres, on reste dans l'incertitude. D'autre part, le manuscrit était-il de la main de Descartes, ou avait-il fait préparer, pour l'imprimeur, des expéditions au net par un ou plusieurs copistes, qui auront pu introduire, plus ou moins accidentellement, des formes de leur propre orthographe, au lieu de celle de Descartes ? Au moins pour la *Dioptrique,* la copie était d'une main spéciale. Dans ce traité, en effet, tel que le donne l'édition de 1637, domine la forme *ceste,* tandis que, dans les autres parties de l'ouvrage, cette forme n'apparaît point, et qu'on voit irrégulièrement alterner les formes *cette* et *cete*, dont la dernière seule est authentiquement cartésienne, les autographes excluant absolument les deux autres.

En présence de ces difficultés, nous ne pouvions cependant nous résoudre à surcharger le bas des pages de variantes purement orthographiques. C'était absolument sans intérêt, puisque celles que nous avons données dans les volumes de la Correspondance constituent un ensemble de matériaux largement suffisant pour l'étude.

Nous avons donc convenu, tout d'abord, de corriger tacitement les fautes d'impression évidentes, ainsi que les inadvertances grammaticales (singulier pour pluriel, féminin pour masculin, ou inversement), qui devaient plutôt entacher déjà la copie. Nous n'avons pas eu plus de scrupule pour les incorrections de même ordre dans les formules algébriques de la *Géométrie*.

Nous avons, en second lieu, essayé de régulariser la ponctuation d'après le sens, tout en évitant de la moderniser systématiquement, ce qui est d'ailleurs incompatible avec la coupe des phrases de Descartes. Nous avons, d'autre part, conformé l'accentuation à l'usage du philosophe qui est bien établi [1].

1. Je dois ajouter, cependant, que, pour la facilité de la lecture, j'ai imprimé régulièrement *où,* adverbe, dans les trois *Essais*, alors que l'usage le plus fréquent de Descartes est de ne pas mettre l'accent, pas plus que pour la conjonction. De même pour *là,* adverbe; au contraire, pour *à,* préposition, l'omission de l'accent n'amène jamais d'hésitation. (T.)

Nous avons, au contraire, laissé en principe subsister les divergences d'orthographe ou les formes mal assurées, sauf à faire disparaître les anomalies trop choquantes (variations dans la même page ou forme unique contre de nombreux exemples d'une autre forme). Mais nous avons corrigé tout ce qui nous a paru, avec assez de probabilité, être dû, soit à des fautes d'impression, soit à des *lapsus calami,* soit enfin à des altérations dues aux copistes employés par Descartes.

En résumé, toutes les fois que nous avons douté s'il n'y avait pas eu, de la part de Descartes, soit une dérogation consciente à l'usage, soit une indifférence entre deux formes, nous nous sommes abstenus de toute correction ; nous avons corrigé, au contraire, lorsque nous n'avons pas cru que l'orthographe pût être celle que Descartes aurait réellement voulue en écrivant le mot avec attention [1].

Mais, si les principes que nous avons adoptés se justifient assez d'eux-mêmes, les avons-nous toujours appliqués d'une façon irréprochable ? Ils laissent une trop large part à l'appréciation individuelle pour nous mettre, dans le détail, à l'abri de toute critique, et nous-mêmes, après la dernière revision du texte original sur les feuilles de cette édition déjà tirées, nous éprouvons divers scrupules sur quelques cas où l'évidence ne nous semblait point contestable. Ainsi *extrordinaire* paraît

1. Les formes corrigées se réduisent aux suivantes, en dehors des fautes d'impression proprement dites :

1° Emploi de l'*y* ou de l'*i*. — *Ayt, croire, aussytost.*

2° Diphtongues. — *Ceuillir et receuillir* — *neuds.* — *transparant.*

3° Pluriel. — *Nez* (nés), *difficultéz, esloignez*. La forme des pluriels en *és* est à peu près exclusivement employée dans l'édition de 1637. Mais au moment où elle paraissait, Descartes, à en juger par son *errata,* se serait précisément rallié à la forme *ez*. — *Estans* (forme isolée, en regard d'*estant*). — *Toutefoix.*

4° S d'accentuation. — *Voyage, batissoit, pretast, inegale.* — *Despendre* (l'étymologie latine exige *dependre*), *étois.* — *Cest, cét, cestuy.*

5° Lettres doublées ou non prononcées. — *Celluy, cella, parfaitte, esclattant, temps, trouts.* — *Pieres, rons.*

6° Emploi de l'*x*. — *Reflection.*

une faute certaine ; nous avons donc imprimé *extraordinaire,* jusqu'au moment où nous avons constaté que l'autre forme est la seule qui se rencontre dans l'édition de 1637. De même *leur,* au pluriel du pronom possessif, semble bien être une forme consciemment adoptée par Descartes, au lieu de *leurs.* Dans un cas isolé, au contraire, si nous avons imprimé *la plus grande part,* nous devons cependant regarder comme possible que Descartes, par une élision conforme à une prononciation plus ou moins répandue, ait volontairement écrit *la plus grand part,* en omettant l'apostrophe à laquelle il ne fait d'ordinaire pas d'attention.

Nous ne pouvons donc affirmer qu'une chose, c'est que, nous étant chargés de la responsabilité du texte, l'un pour le *Discours de la Méthode,* l'autre pour les *Essais,* nous avons chacun fait de notre mieux pour garder un juste milieu entre les tendances à une systématisation trop rigoureuse ou à une fidélité trop servile. Quelques erreurs nous ont échappé avant la correction définitive ou se sont produites au tierçage. En voici le relevé :

Page 5, ligne 10, estimast] *lire* m'estimast.

Page 5, ligne 26, des] *lire* de tous les.

Page 25, ligne 8, *le trait de séparation verticale doit être supprimé.*

Page 28, lignes 8-9, *il semble qu'on devrait lire :* selon que nostre entendement la luy represente bonne ou mauuaise.

Page 44, ligne 24, *après* quelquefois, *ajouter* que.

Page 46, ligne 23, *après* trouuois, *ajouter* toutes.

Page 47, ligne 11, receptable] *lire* receptacle.

Page 50, ligne 3, ce] *lire* le.

Page 50, ligne 6, desenflent] *lire* se desenflent.

Page 53, ligne 17, *après* qu'vne, *ajoutez* seule.

Page 55, ligne 10, estres] *lire* estre. — Ligne 21 : recuës] *lire* receuës.

Page 55, ligne 26, ces] *lire* ses.

Page 71, ligne 1, subtiles] *lire* subtils.

Page 94, ligne 4, il n'est] *lire* il n'est pas.

Page 104, ligne 14, peut] *lire* peut bien.

Page 144, ligne 13, obiet] *lire* œil. — Correction indiquée par Descartes, *Correspondance*, t. II, p. 481, l. 7, et d'ailleurs introduite dans l'édition latine.

Page 146, ligne 30, encores] *lire* qu'encores.

Page 157, ligne 13, ces] *lire* ses.

Page 174, ligne 30, BDOR] *lire* DBOR.

Page 180, ligne 5, BI] *lire* NI.

Page 462, ligne 4, iusques en E] *lire* iusques a E.

DISCOURS
DE LA METHODE
Pour bien conduire ſa raiſon, & chercher la verité dans les ſciences.

PLUS

LA DIOPTRIQVE.
LES METEORES.

ET

LA GEOMETRIE.

Qui ſont des eſſais de cete METHODE.



A LEYDE
De l'Imprimerie de IAN MAIRE.
CIↃ IↃ C XXXVII.
Auec Priuilege.

DISCOURS
DE LA METHODE

POUR BIEN CONDUIRE SA RAISON ET CHERCHER LA VERITÉ DANS LES SCIENCES

Si ce diſcours ſemble trop long pour eſtre tout leu en vne fois, on le pourra diſtinguer en ſix parties. Et, en la premiere, on trouuera diuerſes conſiderations touchant les ſciences. En la ſeconde, les principales regles de la Methode que l'Autheur a cherchée. En la 3, quelques vnes de celles de la Morale qu'il a tirée de cete Methode. En la 4, les raiſons par leſquelles il prouue l'exiſtence de Dieu & de l'ame humaine, qui ſont les fondemens de ſa Metaphyſique. En la 5, l'ordre des queſtions de Phyſique qu'il a cherchées, & particulierement l'explication du mouuement du cœur & de quelques autres difficultez qui appartienent a la Medecine, puis auſſy la difference qui eſt entre noſtre ame & celle des beſtes. Et en la derniere, quelles choſes il croit eſtre requiſes pour aller plus auant en la recherche de la Nature qu'il n'a eſté, & quelles raiſons l'ont fait eſcrire.

Le bon ſens eſt la choſe du monde la mieux partagée : car chaſcun penſe en eſtre ſi bien pouruû, que PREMIERE PARTIE.

ceux meſme qui ſont les plus difficiles a contenter en toute autre choſe, n'ont point couſtume d'en deſirer plus qu'ils en ont. En quoy il n'eſt pas vrayſemblable que tous ſe trompent ; mais plutoſt cela teſmoigne que la puiſſance de bien iuger, & diſtinguer le vray d'auec le faux, qui eſt proprement ce qu'on nomme le bon ſens ou la raiſon, eſt naturellement eſgale en tous les hommes ; et ainſi que la diuerſité de nos opinions ne vient pas de ce que les vns ſont plus raiſonnables que les| autres, mais ſeulement de ce que nous conduiſons nos penſées par diuerſes voyes, & ne conſiderons pas les meſmes choſes. Car ce n'eſt pas aſſez d'auoir l'eſprit bon, mais le principal eſt de l'appliquer bien. Les plus grandes ames ſont capables des plus grans vices, auſſy bien que des plus grandes vertus ; et ceux qui ne marchent que fort lentement, peuuent auancer beaucoup dauantage, s'ils ſuiuent touſiours le droit chemin, que ne font ceux qui courent, & qui s'en eſloignent.

Pour moy, ie n'ay iamais preſumé que mon eſprit fuſt en rien plus parfait que ceux du commun ; meſme i'ay ſouuent ſouhaité d'auoir la penſée auſſy prompte, ou l'imagination auſſy nette & diſtincte, ou la memoire auſſy ample, ou auſſy preſente, que quelques autres. Et ie ne ſçache point de qualitez que celles cy, qui ſeruent a la perfection de l'eſprit : car pour la raiſon, ou le ſens, d'autant qu'elle eſt la ſeule choſe qui nous rend hommes, & nous diſtingue des beſtes, ie veux croyre qu'elle eſt toute entiere en vn chaſcun, & ſuiure en cecy l'opinion commune des Philoſophes, qui diſent qu'il n'y a du plus & du moins qu'entre les

accidens, & non point entre les *formes,* ou natures, des *indiuidus* d'vne mesme *espece.*

Mais ie ne craindray pas de dire que ie pense auoir eu beaucoup d'heur, de m'estre rencontré dés ma ieunesse en certains chemins, qui m'ont conduit a des considerations & des maximes, dont i'ay formé vne Methode, par laquelle il me semble que i'ay moyen d'augmenter par degrez ma connoissance, & de l'esleuer peu a peu au plus haut point, auquel la mediocrité de mon esprit & la cour|te durée de ma vie luy pourront permettre d'atteindre. Car i'en ay desia recueilly de tels fruits, qu'encore qu'aux iugemens que ie fais de moymesme, ie tasche tousiours de pencher vers le costé de la defiance, plutost que vers celuy de la presomption; & que, regardant d'vn œil de Philosophe les diuerses actions & entreprises de tous les hommes, il n'y en ait quasi aucune qui ne me semble vaine & inutile; ie ne laisse pas de receuoir vne extreme satisfaction du progrés que ie pense auoir desia fait en la recherche de la verité, & de conceuoir de telles esperances pour l'auenir, que si, entre les occupations des hommes purement hommes, il y en a quelqu'vne qui soit solidement bonne & importante, i'ose croyre que c'est celle que i'ay choisie.

Toutefois il se peut faire que ie me trompe, & ce n'est peutestre qu'vn peu de cuiure & de verre que ie prens pour de l'or & des diamans. Ie sçay combien nous sommes suiets a nous méprendre en ce qui nous touche, & combien aussy les iugemens de nos amis nous doiuent estre suspects, lorsqu'ils sont en nostre faueur. Mais ie seray bien ayse de faire voir, en ce dis-

cours, quels ſont les chemins que i'ay ſuiuis, & d'y repreſenter ma vie comme en vn tableau, affin que chaſcun en puiſſe iuger, & qu'apprenant du bruit commun les opinions qu'on en aura, ce ſoit vn nouueau moyen de m'inſtruire, que i'adiouſteray a ceux dont i'ay couſtume de me ſeruir.

Ainſi mon deſſein n'eſt pas d'enſeigner icy la Methode que chaſcun doit ſuiure pour bien conduire ſa raiſon, mais ſeulement de faire voir en quelle ſorte i'ay taſché de conduire la miene. Ceux qui ſe meſlent de donner | des preceptes, ſe doiuent eſtimer plus habiles que ceux auſquels ils les donnent; & s'ils manquent en la moindre choſe, ils en ſont blaſmables. Mais, ne propoſant cet eſcrit que comme vne hiſtoire, ou, ſi vous l'aymez mieux, que comme vne fable, en laquelle, parmi quelques exemples qu'on peut imiter, on en trouuera peuteſtre auſſy pluſieurs autres qu'on aura raiſon de ne pas ſuiure, i'eſpere qu'il ſera vtile a quelques vns, ſans eſtre nuiſible a perſonne, & que tous me ſçauront gré de ma franchiſe.

I'ay eſté nourri aux lettres dés mon enfance, & pource qu'on me perſuadoit que, par leur moyen, on pouuoit acquerir vne connoiſſance claire & aſſurée de tout ce qui eſt vtile a la vie, i'auois vn extreme deſir de les apprendre. Mais ſitoſt que i'eu acheué tout ce cours d'eſtudes, au bout duquel on a couſtume d'eſtre receu au rang des doctes, ie changeay entierement d'opinion. Car ie me trouuois embaraſſé de tant de doutes & d'erreurs, qu'il me ſembloit n'auoir fait autre profit, en taſchant de m'inſtruire, ſinon que i'auois découuert de plus en plus mon ignorance. Et neanmoins

i'eſtois en l'vne des plus celebres eſcholes de l'Europe, où ie penſois qu'il deuoit y auoir de ſçauans hommes, s'il y en auoit en aucun endroit de la terre. I'y auois appris tout ce que les autres y apprenoient; & meſme, ne m'eſtant pas contenté des ſciences qu'on nous enſeignoit, i'auois parcouru tous les liures, traitans de celles qu'on eſtime les plus curieuſes & les plus rares, qui auoient pû tomber entre mes mains. Auec cela, ie ſçauois les iugemens que les autres faiſoient de moy; & ie ne voyois point qu'on eſtimaſt inferieur a mes condiſciples, bien qu'il y en euſt deſia entre | eux quelques vns, qu'on deſtinoit a remplir les places de nos maiſtres. Et enfin noſtre ſiecle me ſembloit auſſy fleuriſſant, & auſſy fertile en bons eſprits, qu'ait eſté aucun des precedens. Ce qui me faiſoit prendre la liberté de iuger par moy de tous les autres, & de penſer qu'il n'y auoit aucune doctrine dans le monde, qui fuſt telle qu'on m'auoit auparauant fait eſperer.

Ie ne laiſſois pas toutefois d'eſtimer les exercices, auſquels on s'occupe dans les eſcholes. Ie ſçauois que les langues, qu'on y apprent, ſont neceſſaires pour l'intelligence des liures anciens; que la gentilleſſe des fables reſueille l'eſprit; que les actions memorables des hiſtoires le releuent, & qu'eſtant leuës auec diſcretion, elles aydent a former le iugement; que la lecture des bons liures eſt comme vne conuerſation auec les plus honneſtes gens des ſiecles paſſez, qui en ont eſté les autheurs, & meſme vne conuerſation eſtudiée, en laquelle ils ne nous découurent que les meilleures de leurs penſées; que l'Eloquence a des forces & des beautez incomparables; que la Poëſie a des

delicateſſes & des douceurs tres rauiſſantes ; que les Mathematiques ont des inuentions tres ſubtiles, & qui peuuent beaucoup ſeruir, tant a contenter les curieux, qu'a faciliter tous les arts, & diminuer le trauail des hommes ; que les eſcris qui traitent des meurs contienent pluſieurs enſeignemens, & pluſieurs exhortations a la vertu qui ſont fort vtiles ; que la Theologie enſeigne a gaigner le ciel ; que la Philoſophie donne moyen de parler vrayſemblablement de toutes choſes, & ſe faire admirer des moins ſçauans ; que la Iuriſprudence, la Medecine & les autres | ſciences apportent des honneurs & des richeſſes a ceux qui les cultiuent ; et enfin, qu'il eſt bon de les auoir toutes examinées, meſme les plus ſuperſtitieuſes & les plus fauſſes, affin de connoiſtre leur iuſte valeur, & ſe garder d'en eſtre trompé.

Mais ie croyois auoir deſia donné aſſez de tems aux langues, & meſme auſſy a la lecture des liures anciens, & a leurs hiſtoires, & a leurs fables. Car c'eſt quaſi le meſme de conuerſer auec ceux des autres ſiecles, que de voyaſger. Il eſt bon de ſçauoir quelque choſe des meurs de diuers peuples, affin de iuger des noſtres plus ſainement, & que nous ne penſions pas que tout ce qui eſt contre nos modes ſoit ridicule, & contre raiſon, ainſi qu'ont couſtume de faire ceux qui n'ont rien vû. Mais lorſqu'on employe trop de tems a voyaſger, on deuient enfin eſtranger en ſon païs ; & lorſqu'on eſt trop curieux des choſes qui ſe pratiquoient aux ſiecles paſſez, on demeure ordinairement fort ignorant de celles qui ſe pratiquent en cetuycy. Outre que les fables font imaginer pluſieurs euene-

mens comme poſſibles qui ne le ſont point ; et que meſme les hiſtoires les plus fideles, ſi elles ne changent ny n'augmentent la valeur des choſes, pour les rendre plus dignes d'eſtre leuës, au moins en omettent elles preſque touſiours les plus baſſes & moins illuſtres circonſtances : d'où vient que le reſte ne paroiſt pas tel qu'il eſt, & que ceux qui reglent leurs meurs par les exemples qu'ils en tirent, ſont ſuiets a tomber dans les extrauagances des Paladins de nos romans, & a conceuoir des deſſeins qui paſſent leurs forces.

I'eſtimois fort l'Eloquence, & i'eſtois amoureux de la | Poëſie ; mais ie penſois que l'vne & l'autre eſtoient des dons de l'eſprit, plutoſt que des fruits de l'eſtude. Ceux qui ont le raiſonnement le plus fort, & qui digerent le mieux leurs penſées, affin de les rendre claires & intelligibles, peuuent touſiours le mieux perſuader ce qu'ils propoſent, encore qu'ils ne parlaſſent que bas Breton, & qu'ils n'euſſent iamais apris de Rhetorique. Et ceux qui ont les inuentions les plus agreables, & qui les ſçauent exprimer auec le plus d'ornement & de douceur, ne lairroient pas d'eſtre les meilleurs Poëtes, encore que l'art Poëtique leur fuſt inconnu.

Ie me plaiſois ſurtout aux Mathematiques, a cauſe de la certitude & de l'euidence de leurs raiſons ; mais ie ne remarquois point encore leur vray vſage, & penſant qu'elles ne ſeruoient qu'aux Arts Mechaniques, ie m'eſtonnois de ce que, leurs fondemens eſtans ſi fermes & ſi ſolides, on n'auoit rien baſti deſſus de plus releué. Comme, au contraire, ie comparois les eſcris des anciens payens, qui traitent des meurs, a des palais

fort ſuperbes & fort magnifiques, qui n'eſtoient baſtis que ſur du ſable & ſur de la bouë. Ils eſleuent fort haut les vertus, & les font paroiſtre eſtimables par deſſus toutes les choſes qui ſont au monde; mais ils n'enſeignent pas aſſez a les connoiſtre, & ſouuent ce qu'ils appelent d'vn ſi beau nom, n'eſt qu'vne inſenſibilité, ou vn orgueil, ou vn deſeſpoir, ou vn parricide.

Ie reuerois noſtre Theologie, & pretendois, autant qu'aucun autre, a gaigner le ciel; mais ayant apris, comme choſe tres aſſurée, que le chemin n'en eſt pas moins ouuert aux plus ignorans qu'aux plus doctes, & que les | veritez reuelées, qui y conduiſent, ſont au deſſus de noſtre intelligence, ie n'euſſe oſé les ſoumettre a la foibleſſe de mes raiſonnemens, & ie penſois que, pour entreprendre de les examiner & y reuſſir, il eſtoit beſoin d'auoir quelque extraordinaire aſſiſtence du ciel, & d'eſtre plus qu'homme.

Ie ne diray rien de la Philoſophie, ſinon que, voyant qu'elle a eſté cultiuée par les plus excellens eſprits qui ayent veſcu depuis pluſieurs ſiecles, & que neanmoins il ne s'y trouue encore aucune choſe dont on ne diſpute, & par conſequent qui ne ſoit douteuſe, ie n'auois point aſſés de preſomption pour eſperer d'y rencontrer mieux que les autres; et que, conſiderant combien il peut y auoir de diuerſes opinions, touchant vne meſme matiere, qui ſoient ſouſtenuës par des gens doctes, ſans qu'il y en puiſſe auoir iamais plus d'vne ſeule qui ſoit vraye, ie reputois preſque pour faux tout ce qui n'eſtoit que vrayſemblable.

Puis, pour les autres ſciences, d'autant qu'elles empruntent leurs principes de la Philoſophie, ie iugeois

qu'on ne pouuoit auoir rien baſti, qui fuſt ſolide, ſur des fondemens ſi peu fermes. Et ny l'honneur, ny le gain qu'elles promettent, n'eſtoient ſuffiſans pour me conuier a les apprendre; car ie ne me ſentois point, graces a Dieu, de condition qui m'obligeaſt a faire vn meſtier de la ſcience, pour le ſoulagement de ma fortune; et quoy que ie ne fiſſe pas profeſſion de meſpriſer la gloire en Cynique, ie faiſois neanmoins fort peu d'eſtat de celle que ie n'eſperois point pouuoir acquerir qu'a faux titres. Et enfin, pour les mauuaiſes doctrines, ie penſois deſia con|noiſtre aſſés ce qu'elles valoient, pour n'eſtre plus ſuiet a eſtre trompé, ny par les promeſſes d'vn Alchemiſte, ni par les predictions d'vn Aſtrologue, ny par les impoſtures d'vn Magicien, ny par les artifices ou la venterie d'aucun de ceux qui font profeſſion de ſçauoir plus qu'ils ne ſçauent.

C'eſt pourquoy, ſitoſt que l'aage me permit de ſortir de la ſuietion de mes Precepteurs, ie quittay entierement l'eſtude des lettres. Et me reſoluant de ne chercher plus d'autre ſcience, que celle qui ſe pourroit trouuer en moymeſme, ou bien dans le grand liure du monde, i'employay le reſte de ma ieuneſſe à voyaſger, a voir des cours & des armées, a frequenter des gens de diuerſes humeurs & conditions, a recueillir diuerſes experiences, a m'eſprouuer moymeſme dans les rencontres que la fortune me propoſoit, & partout a faire telle reflexion ſur les choſes qui ſe preſentoient, que i'en pûſſe tirer quelque profit. Car il me ſembloit que ie pourrois rencontrer beaucoup plus de verité, dans les raiſonnemens que chaſcun fait touchant les affaires qui luy importent, & dont l'euenement

le doit punir bientoſt aprés, s'il a mal iugé, que dans ceux que fait vn homme de lettres dans ſon cabinet, touchant des ſpeculations qui ne produiſent aucun effect, & qui ne luy ſont d'autre conſequence, ſinon que peuteſtre il en tirera d'autant plus de vanité qu'elles ſeront plus eſloignées du ſens commun, a cauſe qu'il aura deu employer d'autant plus d'eſprit & d'artifice a taſcher de les rendre vrayſemblables. Et i'auois touſiours vn extreme deſir d'apprendre a diſtinguer le vray d'auec le faux, pour voir clair en mes actions, | & marcher auec aſſurance en cete vie.

Il eſt vray que, pendant que ie ne faiſois que conſiderer les meurs des autres hommes, ie n'y trouuois gueres de quoy m'aſſurer, & que i'y remarquois quaſi autant de diuerſité que i'auois fait auparauant entre les opinions des Philoſophes. En ſorte que le plus grand profit que i'en retirois, eſtoit que, voyant pluſieurs choſes qui, bien qu'elles nous ſemblent fort extrauagantes & ridicules, ne laiſſent pas d'eſtre communement receuës & approuuées par d'autres grans peuples, i'apprenois a ne rien croyre trop fermement de ce qui ne m'auoit eſté perſuadé que par l'exemple & par la couſtume ; et ainſi ie me deliurois peu a peu de beaucoup d'erreurs, qui peuuent offuſquer noſtre lumiere naturelle, & nous rendre moins capables d'entendre raiſon. Mais aprés que i'eu employé quelques années a eſtudier ainſi dans le liure du monde, & a taſcher d'acquerir quelque experience, ie pris vn iour reſolution d'eſtudier auſſy en moymeſme, & d'employer toutes les forces de mon eſprit a choyſir les chemins que ie deuois ſuiure. Ce qui me reuſſit beaucoup

mieux, ce me ſemble, que ſi ie ne me fuſſe iamais eſloigné, ny de mon païs, ny de mes liures.

SECONDE PARTIE.

I'eſtois alors en Allemaigne, ou l'occaſion des guerres qui n'y ſont pas encore finies m'auoit appelé ; & comme ie retournois du couronnement de l'Empereur vers l'armée, le commencement de l'hyuer m'areſta en vn quartier, ou ne trouuant aucune conuerſation qui me diuertiſt, & n'ayant d'ailleurs, par bonheur, aucuns ſoins ny paſſions qui me troublaſſent, ie demeurois tout le iour enfermé ſeul dans vn poëſle, ou i'auois tout loyſir de | m'entretenir de mes penſées. Entre leſquelles, l'vne des premieres fut que ie m'auiſay de conſiderer, que ſouuent il n'y a pas tant de perfection dans les ouurages compoſez de pluſieurs pieces, & faits de la main de diuers maiſtres, qu'en ceux auſquels vn ſeul a trauaillé. Ainſi voit on que les baſtimens qu'vn ſeul Architecte a entrepris & acheuez, ont couſtume d'eſtre plus beaux & mieux ordonnez, que ceux que pluſieurs ont taſché de racommoder, en faiſant ſeruir de vieilles murailles qui auoient eſté baſties a d'autres fins. Ainſi ces ancienes citez, qui, n'ayant eſté au commencement que des bourgades, ſont deuenuës, par ſucceſſion de tems, de grandes villes, ſont ordinairement ſi mal compaſſées, au pris de ces places regulieres qu'vn Ingenieur trace a ſa fantaiſie dans vne plaine, qu'encore que, conſiderant leurs edifices chaſcun a part, on y trouue ſouuent autant ou plus d'art qu'en ceux des autres, toutefois, a voir comme ils ſont arrangez, icy vn grand, là vn petit, & comme ils rendent les rues courbées & ineſgales, on

diroit que c'eſt plutoſt la fortune, que la volonté de quelques hommes vſans de raiſon, qui les a ainſi diſpoſez. Et ſi on conſidere qu'il y a eu neanmoins de tout tems quelques officiers, qui ont eu charge de prendre garde aux baſtimens des particuliers, pour les faire ſeruir a l'ornement du public, on connoiſtra bien qu'il eſt malayſé, en ne trauaillant que ſur les ouurages d'autruy, de faire des choſes fort accomplies. Ainſi ie m'imaginay que les peuples qui, ayant eſté autrefois demi ſauuages, & ne s'eſtant ciuiliſez que peu a peu, n'ont fait leurs loix qu'a meſure que l'incommodité des crimes & des querelles les y a|contrains, ne ſçauroient eſtre ſi bien policez que ceux qui, dés le commencement qu'ils ſe ſont aſſemblez, ont obſerué les conſtitutions de quelque prudent Legiſlateur. Comme il eſt bien certain que l'eſtat de la vraye Religion, dont Dieu ſeul a fait les ordonnances, doit eſtre incomparablement mieux reglé que tous les autres. Et pour parler des choſes humaines, ie croy que, ſi Sparte a eſté autrefois tres floriſſante, ce n'a pas eſté a cauſe de la bonté de chaſcune de ſes loix en particulier, vû que pluſieurs eſtoient fort eſtranges, & meſme contraires aux bonnes meurs, mais a cauſe que, n'ayant eſté inuentées que par vn ſeul, elles tendoient toutes a meſme fin. Et ainſi ie penſay que les ſciences des liures, au moins celles dont les raiſons ne ſont que probables, & qui n'ont aucunes demonſtrations, s'eſtant compoſées & groſſies peu a peu des opinions de pluſieurs diuerſes perſonnes, ne ſont point ſi approchantes de la verité, que les ſimples raiſonnemens que peut faire naturellement vn homme

de bon ſens touchant les choſes qui ſe preſentent. Et ainſi encore ie penſay que, pource que nous auons tous eſté enfans auant que d'eſtre hommes, & qu'il nous a fallu long tems eſtre gouuernez par nos appetis & nos Precepteurs, qui eſtoient ſouuent contraires les vns aux autres, & qui, ny les vns ny les autres, ne nous conſeilloient peuteſtre pas touſiours le meilleur, il eſt preſqu'impoſſible que nos iugemens ſoient ſi purs, ny ſi ſolides qu'ils auroient eſté, ſi nous auions eu l'vſage entier de noſtre raiſon dés le point de noſtre naiſſance, & que nous n'euſſions iamais eſté conduits que par elle.

Il eſt vray que nous ne voyons point qu'on iette par | terre toutes les maiſons d'vne ville, pour le ſeul deſſein de les refaire d'autre façon, & d'en rendre les ruës plus belles; mais on voit bien que pluſieurs font abatre les leurs pour les rebaſtir, & que meſme quelquefois ils y ſont contrains, quand elles ſont en danger de tomber d'elles meſmes, & que les fondemens n'en ſont pas bien fermes. A l'exemple de quoy ie me perſuaday, qu'il n'y auroit veritablement point d'apparence qu'vn particulier fiſt deſſein de reformer vn Eſtat, en y changeant tout dés les fondemens, & en le renuerſant pour le redreſſer; ny meſme auſſy de reformer le cors des ſciences, ou l'ordre eſtabli dans les eſcholes pour les enſeigner; mais que, pour toutes les opinions que i'auois receuës iuſques alors en ma creance, ie ne pouuois mieux faire que d'entreprendre, vne bonne fois, de les en oſter, affin d'y en remettre par aprés, ou d'autres meilleures, ou bien les meſmes, lorſque ie les aurois

aiuſtées au niueau de la raiſon. Et ie creu fermement que, par ce moyen, ie reuſſirois a conduire ma vie beaucoup mieux que ſi ie ne baſtiſſois que ſur de vieux fondemens, & que ie ne m'appuiaſſe que ſur les principes que ie m'eſtois laiſſé perſuader en ma ieuneſſe, ſans auoir iamais examiné s'ils eſtoient vrais. Car, bien que ie remarquaſſe en cecy diuerſes difficultez, elles n'eſtoient point toutefois ſans remede, ny comparables a celles qui ſe trouuent en la reformation des moindres choſes qui touchent le public. Ces grans cors ſont trop malayſez a releuer, eſtant abatus, ou meſme a retenir, eſtant eſbranſlez, & leurs cheutes ne peuuent eſtre que tres rudes. Puis, pour leurs imperfections, s'ils en ont, comme la ſeule diuerſité qui eſt entre eux | ſuffit pour aſſurer que pluſieurs en ont, l'vſage les a ſans doute fort adoucies ; & meſme il en a euité ou corrigé inſenſiblement quantité, auſquelles on ne pourroit ſi bien pouruoir par prudence. Et enfin, elles ſont quaſi touſiours plus ſupportables que ne ſeroit leur changement : en meſme façon que les grans chemins, qui tournoyent entre des montaignes, deuienent peu a peu ſi vnis & ſi commodes, a force d'eſtre frequentez, qu'il eſt beaucoup meilleur de les ſuiure, que d'entreprendre d'aller plus droit, en grimpant au deſſus des rochers, & deſcendant iuſques au bas des precipices.

C'eſt pourquoy ie ne ſçaurois aucunement approuuer ces humeurs brouillonnes & inquietes, qui, n'eſtant appelez, ny par leur naiſſance, ny par leur fortune, au maniement des affaires publiques, ne laiſſent pas d'y faire touſiours, en idée, quelque nouuelle refor-

mation. Et ſi ie penſois qu'il y euſt la moindre choſe en cet eſcrit, par laquelle on me pûſt ſoupçonner de cete folie, ie ſerois tres marry de ſouffrir qu'il fuſt publié. Iamais mon deſſein ne s'eſt eſtendu plus auant que de taſcher a reformer mes propres penſées, & de baſtir dans vn fons qui eſt tout a moy. Que ſi, mon ouurage m'ayant aſſez pleu, ie vous en fais voir icy le modelle, ce n'eſt pas, pour cela, que ie veuille conſeiller a perſonne de l'imiter. Ceux que Dieu a mieux partagez de ſes graces, auront peuteſtre des deſſeins plus releuez; mais ie crains bien que cetuy-cy ne ſoit deſia que trop hardi pour pluſieurs. La ſeule reſolution de ſe défaire de toutes les opinions qu'on a receuës auparauant en ſa creance, n'eſt pas vn exemple que chaſcun doiue ſuiure; et le monde n'eſt quaſi compoſé que | de deux ſortes d'eſpris auſquels il ne conuient aucunement. A ſçauoir, de ceux qui, ſe croyans plus habiles qu'ils ne ſont, ne ſe peuuent empeſcher de precipiter leurs iugemens, ny auoir aſſez de patience pour conduire par ordre toutes leurs penſées : d'où vient que, s'ils auoient vne fois pris la liberté de douter des principes qu'ils ont receus, & de s'eſcarter du chemin commun, iamais ils ne pourroient tenir le ſentier qu'il faut prendre pour aller plus droit, & demeureroient eſgarez toute leur vie. Puis, de ceux qui, ayant aſſez de raiſon, ou de modeſtie, pour iuger qu'ils ſont moins capables de diſtinguer le vray d'auec le faux, que quelques autres par leſquels ils peuuent eſtre inſtruits, doiuent bien plutoſt ſe contenter de ſuiure les opinions de ces autres, qu'en chercher eux meſmes de meilleures.

Et pour moy, i'aurois eſté ſans doute du nombre de ces derniers, ſi ie n'auois iamais eu qu'vn ſeul maiſtre, ou que ie n'euſſe point ſceu les differences qui ont eſté de tout tems entre les opinions des plus doctes. Mais ayant appris, dés le College, qu'on ne ſçauroit rien imaginer de ſi eſtrange & ſi peu croyable, qu'il n'ait eſté dit par quelqu'vn des Philoſophes ; et depuis, en voyaſgeant, ayant reconnu que tous ceux qui ont des ſentimens fort contraires aux noſtres, ne ſont pas, pour cela, barbares ny ſauuages, mais que pluſieurs vſent, autant ou plus que nous, de raiſon ; et ayant conſideré combien vn meſme homme, auec ſon meſme eſprit, eſtant norri dés ſon enfance entre des François ou des Allemans, deuient different de ce qu'il ſeroit, s'il auoit touſiours veſcu entre des Chinois ou des Canibales ; et comment, iuſques aux | modes de nos habits, la meſme choſe qui nous a plû il a dix ans, & qui nous plaira peuteſtre encore auant dix ans, nous ſemble maintenant extrauagante & ridicule : en ſorte que c'eſt bien plus la couſtume & l'exemple qui nous perſuade, qu'aucune connoiſſance certaine, & que neanmoins la pluralité des voix n'eſt pas vne preuue qui vaille rien, pour les veritez vn peu malayſées a découurir, a cauſe qu'il eſt bien plus vrayſemblable qu'vn homme ſeul les ait rencontrées que tout vn peuple : ie ne pouuois choiſir perſonne dont les opinions me ſemblaſſent deuoir eſtre preferées a celles des autres, & ie me trouuay comme contraint d'entreprendre moymeſme de me conduire.

Mais, comme vn homme qui marche ſeul & dans les tenebres, ie me reſolu d'aller ſi lentement, & d'vſer

de tant de circonſpection en toutes choſes; que, ſi ie n'auançois que fort peu, ie me garderois bien, au moins, de tomber. Meſme ie ne voulu point commencer a reietter tout a fait aucune des opinions, qui s'eſtoient pû gliſſer autrefois en ma creance ſans y auoir eſté introduites par la raiſon, que ie n'euſſe auparauant employé aſſez de tems a faire le proiet de l'ouurage que i'entreprenois, & a chercher la vraye Methode pour paruenir a la connoiſſance de toutes les choſes dont mon eſprit ſeroit capable.

I'auois vn peu eſtudié, eſtant plus ieune, entre les parties de la Philoſophie, a la Logique, & entre les Mathematiques, a l'Analyſe des Geometres & a l'Algebre, trois ars ou ſciences qui ſembloient deuoir contribuër quelque choſe a mon deſſein. Mais, en les examinant, ie pris | garde que, pour la Logique, ſes ſyllogiſmes & la pluſpart de ſes autres inſtructions ſeruent plutoſt a expliquer a autruy les choſes qu'on ſçait, ou meſme, comme l'art de Lulle, a parler, ſans iugement, de celles qu'on ignore, qu'a les apprendre. Et bien que elle contiene, en effect, beaucoup de preceptes tres vrais & tres bons, il y en a toutefois tant d'autres, meſlez parmi, qui ſont ou nuiſibles ou ſuperflus, qu'il eſt preſque auſſy malayſé de les en ſeparer, que de tirer vne Diane ou vne Minerue hors d'vn bloc de marbre qui n'eſt point encore eſbauché. Puis, pour l'Analyſe des anciens & l'Algebre des modernes, outre qu'elles ne s'eſtendent qu'a des matieres fort abſtractes, & qui ne ſemblent d'aucun vſage, la premiere eſt touſiours ſi aſtrainte a la conſideration des figures, qu'elle ne peut exercer l'entende-

ment ſans fatiguer beaucoup l'imagination; et on s'eſt tellement aſſuieti, en la derniere, a certaines reigles & a certains chiffres, qu'on en a fait vn art confus & obſcur, qui embarraſſe l'eſprit, au lieu d'vne ſcience qui le cultiue. Ce qui fut cauſe que ie penſay qu'il falloit chercher quelque autre Methode, qui, comprenant les auantages de ces trois, fuſt exempte de leurs defaux. Et comme la multitude des loix fourniſt ſouuent des excuſes aux vices, en ſorte qu'vn Eſtat eſt bien mieux reiglé, lorſque, n'en ayant que fort peu, elles y ſont fort eſtroitement obſeruées; ainſi, au lieu de ce grand nombre de preceptes dont la Logique eſt compoſée, ie creu que i'aurois aſſez des quatre ſuiuans, pouruû que ie priſſe vne ferme & conſtante reſolution de ne manquer pas vne ſeule fois a les obſeruer.

|Le premier eſtoit de ne receuoir iamais aucune choſe pour vraye, que ie ne la connuſſe euidemment eſtre telle : c'eſt a dire, d'euiter ſoigneuſement la Precipitation, & la Preuention; & de ne comprendre rien de plus en mes iugemens, que ce qui ſe preſenteroit ſi clairement & ſi diſtinctement a mon eſprit, que ie n'euſſe aucune occaſion de le mettre en doute.

Le ſecond, de diuiſer chaſcune des difficultez que i'examinerois, en autant de parcelles qu'il ſe pourroit, & qu'il ſeroit requis pour les mieux reſoudre.

Le troiſieſme, de conduire par ordre mes penſées, en commençant par les obiets les plus ſimples & les plus ayſez a connoiſtre, pour monter peu a peu, comme par degrez, iuſques a la connoiſſance des plus compoſez ; et ſuppoſant meſme de l'ordre entre ceux

qui ne ſe precedent point naturellement les vns les autres.

Et le dernier, de faire partout des denombremens ſi entiers, & des reueuës ſi generales, que ie fuſſe aſſuré de ne rien omettre.

Ces longues chaiſnes de raiſons, toutes ſimples & faciles, dont les Geometres ont couſtume de ſe ſeruir, pour paruenir a leurs plus difficiles demonſtrations, m'auoient donné occaſion de m'imaginer que toutes les choſes, qui peuuent tomber ſous la connoiſſance des hommes, s'entreſuiuent en meſme façon, & que, pouruû ſeulement qu'on s'abſtiene d'en receuoir aucune pour vraye qui ne le ſoit, & qu'on garde touſiours l'ordre qu'il faut, pour les deduire les vnes des autres, il n'y en peut auoir de ſi eſloignées, auſquelles enfin on ne paruiene, ny de ſi cachées qu'on ne découure. Et ie ne fus pas beaucoup en | peine de chercher par leſquelles il eſtoit beſoin de commencer : car ie ſçauois deſia que c'eſtoit par les plus ſimples & les plus ayſées a connoiſtre ; & conſiderant qu'entre tous ceux qui ont cy deuant recherché la verité dans les ſciences, il n'y a eu que les ſeuls Mathematiciens qui ont pû trouuer quelques demonſtrations, c'eſt a dire quelques raiſons certaines & euidentes, ie ne doutois point que ce ne fuſt par les meſmes qu'ils ont examinées ; bien que ie n'en eſperaſſe aucune autre vtilité, ſinon qu'elles accouſtumeroient mon eſprit a ſe repaiſtre de veritez, & ne ſe contenter point de fauſſes raiſons. Mais ie n'eu pas deſſein, pour cela, de taſcher d'apprendre toutes ces ſciences particulieres, qu'on nomme communement Mathematiques ; &

voyant qu'encore que leurs obiets ſoient differens, elles ne laiſſent pas de s'accorder toutes, en ce qu'elles n'y conſiderent autre choſe que les diuers rappors ou proportions qui s'y trouuent, ie penſay qu'il valoit mieux que i'examinaſſe ſeulement ces proportions en general, & ſans les ſuppoſer que dans les ſuiets qui ſeruiroient a m'en rendre la connoiſſance plus ayſée; meſme auſſy ſans les y aſtreindre aucunement, affin de les pouuoir d'autant mieux appliquer aprés a tous les autres auſquels elles conuiendroient. Puis, ayant pris garde que, pour les connoiſtre, i'aurois quelquefois beſoin de les conſiderer chaſcune en particulier, & quelquefois ſeulement de les retenir, ou de les comprendre pluſieurs enſemble, ie penſay que, pour les conſiderer mieux en particulier, ie les deuois ſuppoſer en des lignes, a cauſe que ie ne trouuois rien de plus ſimple, ny que ie pûſſe plus diſtinctement repreſenter a | mon imagination & a mes ſens ; mais que, pour les retenir, ou les comprendre pluſieurs enſemble, il falloit que ie les expliquaſſe par quelques chiffres, les plus courts qu'il ſeroit poſſible; et que, par ce moyen, i'emprunterois tout le meilleur de l'Analyſe Geometrique & de l'Algebre, & corrigerois tous les defaus de l'vne par l'autre.

Comme, en effect, i'oſe dire que l'exacte obſeruation de ce peu de preceptes que i'auois choiſis, me donna telle facilité a demeſler toutes les queſtions auſquelles ces deux ſciences s'eſtendent, qu'en deux ou trois mois que i'employay a les examiner, ayant commencé par les plus ſimples & plus generales, & chaſque verité que ie trouuois eſtant vne reigle qui me

feruoit aprés a en trouuer d'autres, non feulement ie vins a bout de plufieurs que i'auois iugées autrefois tres difficiles, mais il me fembla auffy, vers la fin, que ie pouuois determiner, en celles mefme que i'ignorois, par quels moyens, & iufques où, il eftoit poffible de les refoudre. En quoy ie ne vous paroiftray peuteftre pas eftre fort vain, fi vous confiderez que, n'y ayant qu'vne verité de chafque chofe, quiconque la trouue en fçait autant qu'on en peut fçauoir; et que, par exemple, vn enfant inftruit en l'Arithmetique, ayant fait vne addition fuiuant fes reigles, fe peut affurer d'auoir trouué, touchant la fomme qu'il examinoit, tout ce que l'efprit humain fçauroit trouuer. Car enfin la Methode qui enfeigne a fuiure le vray ordre, & a denombrer exactement toutes les circonftances de ce qu'on cherche, contient tout ce qui donne de la certitude aux reigles d'Arithmetique.

|Mais ce qui me contentoit le plus de cete Methode, eftoit que, par elle, i'eftois affuré d'vfer en tout de ma raifon, finon parfaitement, au moins le mieux qui fuft en mon pouuoir; outre que ie fentois, en la prattiquant, que mon efprit s'accouftumoit peu a peu a conceuoir plus netement & plus diftinctement fes obiets, & que, ne l'ayant point affuiettie a aucune matiere particuliere, ie me promettois de l'appliquer auffy vtilement aux difficultez des autres fciences, que i'auois fait a celles de l'Algebre. Non que, pour cela, i'ofaffe entreprendre d'abord d'examiner toutes celles qui fe prefenteroient; car cela mefme euft efté contraire a l'ordre qu'elle prefcrit. Mais, ayant pris garde que leurs principes deuoient tous eftre empruntez de

la Philoſophie, en laquelle ie n'en trouuois point encore de certains, ie penſay qu'il faloit, auant tout, que ie taſchaſſe d'y en eſtablir; & que, cela eſtant la choſe du monde la plus importante, & où la Precipitation & la Preuention eſtoient le plus a craindre, ie ne deuois point entreprendre d'en venir a bout, que ie n'euſſe attaint vn aage bien plus meur que celuy de vingt trois ans, que i'auois alors; et que ie n'euſſe, auparauant, employé beaucoup de tems a m'y preparer, tant en deracinant de mon eſprit toutes les mauuaiſes opinions que i'y auois receuës auant ce tems là, qu'en faiſant amas de pluſieurs experiences, pour eſtre aprés la matiere de mes raiſonnemens, & en m'exerçant touſiours en la Methode que ie m'eſtois preſcrite, affin de m'y affermir de plus en plus.

TROISIESME PARTIE.

Et enfin, comme ce n'eſt pas aſſez, auant de commencer a rebaſtir le logis ou on demeure, que de l'abattre, & de faire prouiſion de materiaux & d'Architectes, ou s'exercer ſoymeſme a l'Architecture, & outre cela d'en auoir ſoigneuſement tracé le deſſein; mais qu'il faut auſſy s'eſtre pouruû de quelque autre, où on puiſſe eſtre logé commodement pendant le tems qu'on y trauaillera; ainſi, affin que ie ne demeuraſſe point irreſolu en mes actions, pendant que la raiſon m'obligeroit de l'eſtre en mes iugemens, & que ie ne laiſſaſſe pas de viure dés lors le plus hureuſement que ie pourrois, ie me formay vne morale par prouiſion, qui ne conſiſtoit qu'en trois ou quatre maximes, dont ie veux bien vous faire part.

La premiere eſtoit d'obeir aux lois & aux couſtu-

mes de mon païs, retenant conftanment la religion en laquelle Dieu m'a fait la grace d'eftre inftruit dés mon enfance, & me gouuernant, en toute autre chofe, fuiuant les opinions les plus moderées, & les plus efloignées de l'excés, qui fuffent communement receuës en pratique par les mieux fenfez de ceux auec lefquels i'aurois a viure. Car, commençant dés lors a ne conter pour rien les mienes propres, a caufe que ie les voulois remettre toutes a l'examen, i'eftois affuré de ne pouuoir mieux que de fuiure celles des mieux fenfez. Et encore qu'il y en ait peuteftre d'auffy bien fenfez, parmi les Perfes ou les Chinois, que parmi nous, il me fembloit que le plus vtile eftoit de me regler felon ceux auec lefquels i'aurois a viure ; et que, pour fçauoir quelles eftoient veritablement leurs opinions, ie deuois plutoft prendre garde a ce qu'ils prattiquoient qu'a ce qu'ils difoient ; non feulement a caufe qu'en la corruption de nos mœurs il y a | peu de gens qui veuillent dire tout ce qu'ils croyent, mais auffy a caufe que plufieurs l'ignorent eux mefmes ; car l'action de la penfée par laquelle on croit vne chofe, eftant differente de celle par laquelle on connoift qu'on la croit, elles font fouuent l'vne fans l'autre. Et entre plufieurs opinions efgalement receuës, ie ne choififfois que les plus moderées : tant a caufe que ce font toufiours les plus commodes pour la prattique, & vrayfemblablement les meilleures, tous excés ayant couftume d'eftre mauuais ; comme auffy affin de me détourner moins du vray chemin, en cas que ie failliffe, que fi, ayant choifi l'vn des extremes, c'euft efté l'autre qu'il euft fallu fuiure. Et, particulie-

rement, ie mettois entre les excés toutes les promeſſes par leſquelles on retranche quelque choſe de ſa liberté. Non que ie deſaprouuaſſe les lois qui, pour remedier a l'inconſtance des eſprits foibles, permettent, lorſqu'on a quelque bon deſſein, ou meſme, pour la ſeureté du commerce, quelque deſſein qui n'eſt qu'indifferent, qu'on face des vœux ou des contrats qui obligent a y perſeuerer; mais a cauſe que ie ne voyois au monde aucune choſe qui demeuraſt touſiours en meſme eſtat, & que, pour mon particulier, ie me promettois de perfectionner de plus en plus mes iugemens, & non point de les rendre pires, i'euſſe penſé commettre vne grande faute contre le bon ſens, ſi, pour ce que i'approuuois alors quelque choſe, ie me fuſſe obligé de la prendre pour bonne encore aprés, lorſqu'elle auroit peuteſtre ceſſé de l'eſtre, ou que i'aurois ceſſé de l'eſtimer telle.

Ma ſeconde maxime eſtoit d'eſtre le plus ferme & le plus reſolu en mes actions que ie pourrois, & de ne ſuiure | pas moins conſtanment les opinions les plus douteuſes, lorſque ie m'y ſerois vne fois determiné, que ſi elles euſſent eſté tres aſſurées. Imitant en cecy les voyaſgeurs qui, ſe trouuant eſgarez en quelque foreſt, ne doiuent pas errer en tournoyant, tantoſt d'vn coſté, tantoſt d'vn autre, ny encore moins s'areſter en vne place, mais marcher touſiours le plus droit qu'ils peuuent vers vn meſme coſté, & ne le changer point pour de foibles raiſons, encore que ce n'ait peuteſtre eſté au commencement que le haſard ſeul qui les ait determinez a le choiſir : car, par ce moyen, s'ils ne vont iuſtement où ils deſirent, ils arriueront

au moins a la fin quelque part, où vrayſemblablement ils feront mieux que dans le milieu d'vne foreſt. Et ainſi, les actions de la vie ne ſouffrant ſouuent aucun delay, c'eſt vne verité tres certaine que, lorſqu'il n'eſt pas en noſtre pouuoir de diſcerner les plus vrayes opinions, nous deuons ſuiure les plus probables; et meſme, qu'encore que nous ne remarquions point dauantage de | probabilité aux vnes qu'aux autres, nous deuons neanmoins nous determiner a quelques vnes, & les conſiderer aprés, non plus comme douteuſes, en tant qu'elles ſe rapportent a la prattique, mais comme tres vrayes & tres certaines, a cauſe que la raiſon qui nous y a fait determiner, ſe trouue telle. Et cecy fut capable dés lors de me deliurer de tous les repentirs & les remors, qui ont couſtume d'agiter les conſciences de ces eſpris foibles & chancelans, qui ſe laiſſent aller inconſtanment a prattiquer, comme bonnes, les choſes qu'ils iugent aprés eſtre mauuaiſes.

Ma troiſieſme maxime eſtoit de taſcher touſiours | plutoſt a me vaincre que la fortune, & a changer mes deſirs que l'ordre du monde ; et generalement, de m'accouſtumer a croire qu'il n'y a rien qui ſoit entierement en noſtre pouuoir, que nos penſées, en ſorte qu'aprés que nous auons fait noſtre mieux, touchant les choſes qui nous ſont exterieures, tout ce qui manque de nous reuſſir eſt, au regard de nous, abſolument impoſſible. Et cecy ſeul me ſembloit eſtre ſuffiſant pour m'empeſcher de rien deſirer a l'auenir que ie n'acquiſſe, & ainſi pour me rendre content. Car noſtre volonté ne ſe portant naturellement a

deſirer que les choſes que noſtre entendement luy repreſente en quelque façon comme poſſibles, il eſt certain que, ſi nous conſiderons tous les biens qui ſont hors de nous comme eſgalement eſloignez de noſtre pouuoir, nous n'aurons pas plus de regret de manquer de ceux qui ſemblent eſtre deus a noſtre naiſſance, lorſque nous en ſerons priuez ſans noſtre faute, que nous auons de ne poſſeder pas les royaumes de la Chine ou de Mexique ; & que faiſant, comme on dit, de neceſſité vertu, nous ne deſirerons pas dauantage d'eſtre ſains, eſtant malades, ou d'eſtre libres, eſtant en priſon, que nous faiſons maintenant d'auoir des cors d'vne matiere auſſy peu corruptible que les diamans, ou des ailes pour voler comme les oiſeaux. Mais i'auouë qu'il eſt beſoin d'vn long exercice, & d'vne meditation ſouuent reïterée, pour s'accouſtumer a regarder de ce biais toutes les choſes ; et ie croy que c'eſt principalement en cecy que conſiſtoit le ſecret de ces Philoſophes, qui ont pû autrefois ſe ſouſtraire de l'empire de la Fortune, & malgré les douleurs & la pauureté, diſputer de la felicité auec leurs | Dieux. Car s'occupant ſans ceſſe a conſiderer les bornes qui leur eſtoient preſcrites par la Nature, ils ſe perſuadoient ſi parfaitement que rien n'eſtoit en leur pouuoir que leurs penſées, que cela ſeul eſtoit ſuffiſant pour les empeſcher d'auoir aucune affection pour d'autres choſes ; & ils diſpoſoient d'elles ſi abſolument, qu'ils auoient en cela quelque raiſon de s'eſtimer plus riches, & plus puiſſans, & plus libres, & plus hureux, qu'aucun des autres hommes, qui n'ayant point cete Philoſophie, tant fauo-

riſez de la Nature & de la Fortune qu'ils puiſſent eſtre, ne diſpoſent iamais ainſi de tout ce qu'ils veulent.

Enfin, pour concluſion de cete Morale, ie m'auiſay de faire vne reueuë ſur les diuerſes occupations qu'ont les hommes en cete vie, pour taſcher a faire chois de la meilleure; & ſans que ie vueille rien dire de celles des autres, ie penſay que ie ne pouuois mieux que de continuër en celle la meſme ou ie me trouuois, c'eſt a dire, que d'employer toute ma vie a cultiuer ma raiſon, & m'auancer, autant que ie pourrois, en la connoiſſance de la verité, ſuiuant la Methode que ie m'eſtois preſcrite. I'auois eſprouué de ſi extremes contentemens, depuis que i'auois commencé a me ſeruir de cete Methode, que ie ne croyois pas qu'on en puſt receuoir de plus doux, ny de plus innocens, en cete vie; et deſcouurant tous les iours par ſon moyen quelques veritez, qui me ſembloient aſſez importantes, & communement ignorées des autres hommes, la ſatisfaction que i'en auois rempliſſoit tellement mon eſprit que tout le reſte ne me touchoit point. Outre que les trois maximes precedentes n'eſtoient | fondées que ſur le deſſein que i'auois de continuer a m'inſtruire : car Dieu nous ayant donné a chaſcun quelque lumiere pour diſcerner le vray d'auec le faux, ie n'euſſe pas creu me deuoir contenter des opinions d'autruy vn ſeul moment, ſi ie ne me fuſſe propoſé d'employer mon propre iugement a les examiner, lorſqu'il ſeroit tems; et ie n'euſſe ſceu m'exemter de ſcrupule, en les ſuiuant, ſi ie n'euſſe eſperé de ne perdre pour cela aucune occaſion d'en trouuer de meilleures, en cas qu'il

y en euſt. Et enfin ie n'euſſe ſceu borner mes deſirs, ny eſtre content, ſi ie n'euſſe ſuiui vn chemin par lequel, penſant eſtre aſſuré de l'acquiſition de toutes les connoiſſances dont ie ſerois capable, ie le penſois eſtre, par meſme moyen, de celle de tous les vrais biens qui ſeroient iamais en mon pouuoir ; d'autant que, noſtre volonté ne ſe portant a ſuiure ny a fuir aucune choſe, que ſelon que noſtre entendement luy repreſente bonne ou mauuaiſes, il ſuffit de bien iuger, pour bien faire, & de iuger le mieux qu'on puiſſe, pour faire auſſy tout ſon mieux, c'eſt a dire, pour acquerir toutes les vertus, & enſemble tous les autres biens, qu'on puiſſe acquerir ; & lorſqu'on eſt certain que cela eſt, on ne ſçauroit manquer d'eſtre content.

Aprés m'eſtre ainſi aſſuré de ces maximes, & les auoir miſes a part, auec les veritez de la foy, qui ont touſiours eſté les premieres en ma creance, ie iugay que, pour tout le reſte de mes opinions, ie pouuois librement entreprendre de m'en defaire. Et d'autant que i'eſperois en pouuoir mieux venir a bout, en conuerſant auec les hommes, qu'en demeurant plus long tems renfermé dans le poiſle | ou i'auois eu toutes ces penſées, l'hyuer n'eſtoit pas encore bien acheué que ie me remis a voyaſger. Et en toutes les neuf années ſuiuantes, ie ne fi autre choſe que rouler çà & là dans le monde, taſchant d'y eſtre ſpectateur plutoſt qu'acteur en toutes les Comedies qui s'y iouent ; et faiſant particulierement reflexion, en chaſque matiere, ſur ce qui la pouuoit rendre ſuſpecte, & nous donner occaſion de nous meſprendre, ie déracinois cependant de mon eſprit toutes les erreurs qui s'y eſtoient pû

gliſſer auparauant. Non que i'imitaſſe pour cela les Sceptiques, qui ne doutent que pour douter, & affectent d'eſtre touſiours irreſolus : car, au contraire, tout mon deſſein ne tendoit qu'a m'aſſurer, & a reietter la terre mouuante & le ſable, pour trouuer le roc ou l'argile. Ce qui me reuſſiſſoit, ce me ſemble, aſſez bien, d'autant que, taſchant a deſcouurir la fauſſeté ou l'incertitude des propoſitions que i'examinois, non par de foibles coniectures, mais par des raiſonnemens clairs & aſſurez, ie n'en rencontrois point de ſi douteuſes, que ie n'en tiraſſe touſiours quelque concluſion aſſez certaine, quand ce n'euſt eſté que cela meſme qu'elle ne contenoit rien de certain. Et comme en abatant vn vieux logis, on en reſerue ordinairement les demolitions, pour ſeruir a en baſtir vn nouueau ; ainſi, en détruiſant toutes celles de mes opinions que ie iugeois eſtre mal fondées, ie faiſois diuerſes obſeruations, & acquerois pluſieurs experiences, qui m'ont ſerui depuis a en eſtablir de plus certaines. Et de plus, ie continuois a m'exercer en la Methode que ie m'eſtois preſcrite ; car, outre que i'auois ſoin de conduire generalement toutes mes penſées ſelon ſes reigles, ie | me reſeruois de tems en tems quelques heures, que i'employois particulierement a la prattiquer en des difficultez de Mathematique, ou meſme auſſy en quelques autres que ie pouuois rendre quaſi ſemblables a celles des Mathematiques, en les détachant de tous les principes des autres ſciences, que ie ne trouuois pas aſſez fermes, comme vous verrés que i'ay fait en pluſieurs qui ſont expliquées en ce volume. Et ainſi, ſans viure d'autre

ſaçon, en apparence, que ceux qui, n'ayant aucun employ qu'a paſſer vne vie douce & innocente, s'eſtudient a ſeparer les plaiſirs des vices, & qui, pour iouir de leur loyſir ſans s'ennuyer, vſent de tous les diuertiſſemens qui ſont honneſtes, ie ne laiſſois pas de pourſuiure en mon deſſein, & de profiter en la connoiſſance de la verité, peuteſtre plus que ſi ie n'euſſe fait que lire des liures, ou frequenter des gens de lettres.

Toutefois ces neuf ans s'eſcoulerent auant que i'euſſe encore pris aucun parti, touchant les difficultés qui ont couſtume d'eſtre diſputées entre les doctes, ny commencé a chercher les fondemens d'aucune Philoſophie plus certaine que la vulgaire. Et l'exemple de pluſieurs excelens eſpris, qui, en ayant eu cy deuant le deſſein, me ſembloient n'y auoir pas reuſſi, m'y faiſoit imaginer tant de difficulté, que ie n'euſſe peuteſtre pas encore ſitoſt oſé l'entreprendre, ſi ie n'euſſe vû que quelques vns faiſoient deſia courre le bruit que i'en eſtois venu a bout. Ie ne ſçaurois pas dire ſur quoy ils fondoient cete opinion; & ſi i'y ay contribué quelque choſe par mes diſcours, ce doit auoir eſté en confeſſant plus ingenuëment ce que i'ignorois, que n'ont couſtume de faire ceux qui ont vn | peu eſtudié, & peuteſtre auſſy en faiſant voir les raiſons que i'auois de douter de beaucoup de choſes que les autres eſtiment certaines, plutoſt qu'en me vantant d'aucune doctrine. Mais ayant le cœur aſſez bon pour ne vouloir point qu'on me priſt pour autre que ie n'eſtois, ie penſay qu'il faloit que ie taſchaſſe, par tous moyens, a me rendre digne de la reputation

qu'on me donnoit; et il y a iuſtement huit ans, que ce deſir me fit reſoudre a m'eſloigner de tous les lieux ou ie pouuois auoir des connoiſſances, & a me retirer icy, en vn païs où la longue durée de la guerre a fait eſtablir de tels ordres, que les armées qu'on y entretient ne ſemblent ſeruir qu'a faire qu'on y iouiſſe des fruits de la paix auec d'autant plus de ſeureté, & où parmi la foule d'vn grand peuple fort actif, & plus ſoigneux de ſes propres affaires, que curieux de celles d'autruy, ſans manquer d'aucune des commoditez qui ſont dans les villes les plus frequentées, i'ay pû viure auſſy ſolitaire & retiré que dans les deſers les plus eſcartez.

QUATRIESME PARTIE.

Ie ne ſçay ſi ie doy vous entretenir des premieres meditations que i'y ay faites; car elles ſont ſi Metaphyſiques & ſi peu communes, qu'elles ne ſeront peuteſtre pas au gouſt de tout le monde. Et toutefois, affin qu'on puiſſe iuger ſi les fondemens que i'ay pris ſont aſſez fermes, ie me trouue en quelque façon contraint d'en parler. I'auois dés long temps remarqué que, pour les meurs, il eſt beſoin quelquefois de ſuiure des opinions qu'on ſçait eſtre fort incertaines, tout de meſme que ſi elles eſtoient indubitables, ainſi qu'il a eſté dit cy-deſſus; mais, pourcequ'alors ie deſirois vacquer ſeulement a la recherche de la veri|té, ie penſay qu'il faloit que ie fiſſe tout le contraire, & que ie reiettaſſe, comme abſolument faux, tout ce en quoy ie pourrois imaginer le moindre doute, affin de voir s'il ne reſteroit point, apres celà, quelque choſe en ma creance, qui fuſt entierement indubitable. Ainſi, a

cauſe que nos ſens nous trompent quelquefois, ie voulû ſuppoſer qu'il n'y auoit aucune choſe qui fuſt telle qu'ils nous la font imaginer. Et pourcequ'il y a des hommes qui ſe méprenent en raiſonnant, meſme touchant les plus ſimples matieres de Geometrie, & y font des Paralogiſmes, iugeant que i'eſtois ſuiet a faillir, autant qu'aucun autre, ie reiettay comme fauſſes toutes les raiſons que i'auois priſes auparauant pour Demonſtrations. Et enfin, conſiderant que toutes les meſmes penſées, que nous auons eſtant eſueillez, nous peuuent auſſy venir, quand nous dormons, ſans qu'il y en ait aucune, pour lors, qui ſoit vraye, ie me reſolu de feindre que toutes les choſes qui m'eſtoient iamais entrées en l'eſprit, n'eſtoient non plus vrayes que les illuſions de mes ſonges. Mais, auſſitoſt aprés, ie pris garde que, pendant que ie voulois ainſi penſer que tout eſtoit faux, il falloit neceſſairement que moy, qui le penſois, fuſſe quelque choſe. Et remarquant que cete verité : *ie penſe, donc ie ſuis,* eſtoit ſi ferme & ſi aſſurée, que toutes les plus extrauagantes ſuppoſitions des Sceptiques n'eſtoient pas capables de l'eſbranler, ie iugay que ie pouuois la receuoir, ſans ſcrupule, pour le premier principe de la Philoſophie, que ie cherchois.

Puis, examinant auec attention ce que i'eſtois, & voyant que ie pouuois feindre que ie n'auois aucun cors, & qu'il n'y auoit aucun monde, ny aucun lieu ou ie fuſſe ; | mais que ie ne pouuois pas feindre, pour cela, que ie n'eſtois point ; & qu'au contraire, de cela meſme que ie penſois a douter de la verité des autres choſes, il ſuiuoit tres euidenment & tres certainement que i'eſtois ; au lieu que, ſi i'euſſe ſeulement

ceſſé de penſer, encore que tout le reſte de ce que i'auois iamais imaginé, euſt eſté vray, ie n'auois aucune raiſon de croire que i'euſſe eſté : ie connû de la que i'eſtois vne ſubſtance dont toute l'eſſence ou la nature n'eſt que de penſer, & qui, pour eſtre, n'a beſoin d'aucun lieu, ny ne depend d'aucune choſe materielle. En ſorte que ce Moy, c'eſt a dire, l'Ame par laquelle ie ſuis ce que ie ſuis, eſt entierement diſtincte du cors, & meſme qu'elle eſt plus aiſée a connoiſtre que luy, & qu'encore qu'il ne fuſt point, elle ne lairroit pas d'eſtre tout ce qu'elle eſt.

Aprés cela, ie conſideray en general ce qui eſt requis a vne propoſition pour eſtre vraye & certaine; car, puiſque ie venois d'en trouuer vne que ie ſçauois eſtre telle, ie penſay que ie deuois auſſy ſçauoir en quoy conſiſte cete certitude. Et ayant remarqué qu'il n'y a rien du tout en cecy : *ie penſe, donc ie ſuis,* qui m'aſſure que ie dis la verité, ſinon que ie voy tres clairement que, pour penſer, il faut eſtre : ie iugay que ie pouuois prendre pour reigle generale, que les choſes que nous conceuons fort clairement & fort diſtinctement, ſont toutes vrayes; mais qu'il y a ſeulement quelque difficulté a bien remarquer quelles ſont celles que nous conceuons diſtinctement.

En ſuite de quoy, faiſant reflexion ſur ce que ie doutois, & que, par conſequent, mon eſtre n'eſtoit pas tout parfait, car ie voyois clairement que c'eſtoit vne plus | grande perfection de connoiſtre que de douter, ie m'auiſay de chercher d'où i'auois appris a penſer a quelque choſe de plus parfait que ie n'eſtois; & ie connu euidenment que ce deuoit eſtre

de quelque nature qui fuſt en effect plus parfaite. Pour ce qui eſt des penſées que i'auois de pluſieurs autres choſes hors de moy, comme du ciel, de la terre, de la lumiere, de la chaleur, & de milles autres, ie n'eſtois point tant en peine de ſçauoir d'où elles venoient, a cauſe que, ne remarquant rien en elles qui me ſemblaſt les rendre ſuperieures a moy, ie pouuois croyre que, ſi elles eſtoient vrayes, c'eſtoient des dependances de ma nature, en tant qu'elle auoit quelque perfection ; & ſi elles ne l'eſtoient pas, que ie les tenois du neant, c'eſt a dire, qu'elles eſtoient en moy, pourceque i'auois du defaut. Mais ce ne pouuoit eſtre le meſme de l'idée d'vn eſtre plus parfait que le mien : car, de la tenir du neant, c'eſtoit choſe manifeſtement impoſſible ; et pourcequ'il n'y a pas moins de repugnance que le plus parfait ſoit vne ſuite & vne dependance du moins parfait, qu'il y en a que de rien procede quelque choſe, ie ne la pouuois tenir non plus de moy meſme. De façon qu'il reſtoit qu'elle euſt eſté miſe en moy par vne nature qui fuſt veritablement plus parfaite que ie n'eſtois, & meſme qui euſt en ſoy toutes les perfections dont ie pouuois auoir quelque idée, c'eſt a dire, pour m'expliquer en vn mot, qui fuſt Dieu. A quoy i'adiouſtay que, puiſque ie connoiſſois quelques perfections que ie n'auois point, ie n'eſtois pas le ſeul eſtre qui exiſtaſt (i'vſeray, s'il vous plaiſt, icy librement des mots de l'Eſchole), mais qu'il falloit, de neceſſité, qu'il y en euſt quelque autre plus | parfait, duquel ie dependiſſe, & duquel i'euſſe acquis tout ce que i'auois. Car, ſi i'euſſe eſté ſeul & independant de tout autre, en ſorte que i'euſſe eu,

de moy mefme, tout ce peu que ie participois de l'eftre parfait, i'euffe pû auoir de moy, par mefme raifon, tout le furplus que ie connoiffois me manquer, & ainfi eftre moy mefme infini, eternel, immuable, tout connoiffant, tout puiffant, & enfin auoir toutes les perfections que ie pouuois remarquer eftre en Dieu. Car, fuiuant les raifonnemens que ie viens de faire, pour connoiftre la nature de Dieu, autant que la miene en eftoit capable, ie n'auois qu'a confiderer de toutes les chofes dont ie trouuois en moy quelque idée, fi c'eftoit perfection, ou non, de les poffeder, & i'eftois affuré qu'aucune de celles qui marquoient quelque imperfection, n'eftoit en luy, mais que toutes les autres y eftoient. Comme ie voyois que le doute, l'inconftance, la trifteffe, & chofes femblables, n'y pouuoient eftre, vû que i'euffe efté moy mefme bien ayfe d'en eftre exempt. Puis, outre cela, i'auois des idées de plufieurs chofes fenfibles & corporelles : car, quoy que ie fuppofaffe que ie refuois, & que tout ce que ie voyois ou imaginois eftoit faux, ie ne pouuois nier toutefois que les idées n'en fuffent veritablement en ma penfée ; mais pourceque i'auois defia connu en moy tres clairement que la nature intelligente eft diftincte de la corporelle, confiderant que toute compofition tefmoigne de la dependance, & que la dependance eft manifeftement vn defaut, ie iugeois de la, que ce ne pouuoit eftre vne perfection en Dieu d'eftre compofé de ces deux natures, & que, par confequent, il ne l'eftoit pas ; mais que, s'il y auoit | quelques cors dans le monde, ou bien quelques intelligences, ou autres natures, qui ne fuffent point toutes

parfaites, leur eſtre deuoit dependre de ſa puiſſance, en telle ſorte qu'elles ne pouuoient ſubſiſter ſans luy vn ſeul moment.

Ie voulu chercher, aprés cela, d'autres veritez, & m'eſtant propoſé l'obiet des Geometres, que ie conceuois comme vn cors continu, ou vn eſpace indefiniment eſtendu en longueur, largeur, & hauteur ou profondeur, diuiſible en diuerſes parties, qui pouuoient auoir diuerſes figures & grandeurs, & eſtre meuës ou tranſpoſées en toutes ſortes, car les Geometres ſuppoſent tout cela en leur obiet, ie parcouru quelques vnes de leurs plus ſimples demonſtrations. Et ayant pris garde que cete grande certitude, que tout le monde leur attribuë, n'eſt fondée que ſur ce qu'on les conçoit euidenment, ſuiuant la reigle que i'ay tantoſt dite, ie pris garde auſſy qu'il n'y auoit rien du tout en elles qui m'aſſuraſt de l'exiſtence de leur obiet. Car, par exemple, ie voyois bien que, ſuppoſant vn triangle, il falloit que ſes trois angles fuſſent eſgaux a deux droits; mais ie ne voyois rien pour cela qui m'aſſuraſt qu'il y euſt au monde aucun triangle. Au lieu que, reuenant a examiner l'idée que i'auois d'vn Eſtre parfait, ie trouuois que l'exiſtence y eſtoit compriſe, en meſme façon qu'il eſt compris en celle d'vn triangle que ſes trois angles ſont eſgaux a deux droits, ou en celle d'vne ſphere que toutes ſes parties ſont eſgalement diſtantes de ſon centre, ou meſme encore plus euidenment; et que, par conſequent, il eſt pour le moins auſſy certain, que Dieu, qui eſt cet Eſtre parfait, eſt ou | exiſte, qu'aucune demonſtration de Geometrie le ſçauroit eſtre.

Mais ce qui fait qu'il y en a pluſieurs qui ſe perſuadent qu'il y a de la difficulté a le connoiſtre, & meſme auſſy a connoiſtre ce que c'eſt que leur ame, c'eſt qu'ils n'eſleuent iamais leur eſprit au dela des choſes ſenſibles, & qu'ils ſont tellement accouſtumez a ne rien conſiderer qu'en l'imaginant, qui eſt vne façon de penſer particuliere pour les choſes materielles, que tout ce qui n'eſt pas imaginable, leur ſemble n'eſtre pas intelligible. Ce qui eſt aſſez manifeſte de ce que meſme les Philoſophes tienent pour maxime, dans les Eſcholes, qu'il n'y a rien dans l'entendement qui n'ait premierement eſté dans le ſens, où toutefois il eſt certain que les idées de Dieu & de l'ame n'ont iamais eſté. Et il me ſemble que ceux qui veulent vſer de leur imagination, pour les comprendre, ſont tout de meſme que ſi, pour ouïr les ſons, ou ſentir les odeurs, ils ſe vouloient ſeruir de leurs yeux : ſinon qu'il y a encore cete difference, que le ſens de la veuë ne nous aſſure pas moins de la verité de ſes obiets, que ſont ceux de l'odorat ou de l'ouye ; au lieu que ny noſtre imagination ny nos ſens ne nous ſçauroient iamais aſſurer d'aucune choſe, ſi noſtre entendement n'y interuient.

Enfin, s'il y a encore des hommes qui ne ſoient pas aſſez perſuadez de l'exiſtence de Dieu & de leur ame, par les raiſons que i'ay apportées, ie veux bien qu'ils ſçachent que toutes les autres choſes, dont ils ſe penſent peut eſtre plus aſſurez, comme d'auoir vn cors, & qu'il y a des aſtres & vne terre, & choſes ſemblables, ſont moins certaines. Car, encore qu'on ait vne aſſurance morale de | ces choſes, qui eſt telle, qu'il ſemble

qu'a moins que d'eſtre extrauagant, on n'en peut douter, toutefois auſſy, a moins que d'eſtre déraiſonnable, lorſqu'il eſt queſtion d'vne certitude metaphyſique, on ne peut nier que ce ne ſoit aſſés de ſuiet, pour n'en eſtre pas entierement aſſuré, que d'auoir pris garde qu'on peut, en meſme façon, s'imaginer, eſtant endormi, qu'on a vn autre cors, & qu'on voit d'autres aſtres, & vne autre terre, ſans qu'il en ſoit rien. Car d'où ſçait on que les penſées qui vienent en ſonge ſont plutoſt fauſſes que les autres, vû que ſouuent elles ne ſont pas moins viues & expreſſes? Et que les meilleurs eſprits y eſtudient, tant qu'il leur plaira, ie ne croy pas qu'ils puiſſent donner aucune raiſon qui ſoit ſuffiſante pour oſter ce doute, s'ils ne preſuppoſent l'exiſtence de Dieu. Car, premierement, cela meſme que i'ay tantoſt pris pour vne reigle, a ſçauoir que les choſes que nous conceuons tres clairement & tres diſtinctement, ſont toutes vrayes, n'eſt aſſuré qu'a cauſe que Dieu eſt ou exiſte, & qu'il eſt vn eſtre parfait, & que tout ce qui eſt en nous vient de luy. D'où il ſuit que nos idées ou notions, eſtant des choſes reelles, & qui vienent de Dieu, en tout ce en quoy elles ſont claires & diſtinctes, ne peuuent en cela eſtre que vrayes. En ſorte que, ſi nous en auons aſſez ſouuent qui contienent de la fauſſeté, ce ne peut eſtre que de celles, qui ont quelque choſe de confus & obſcur, a cauſe qu'en cela elles participent du neant, c'eſt a dire, qu'elles ne ſont en nous ainſi confuſes, qu'a cauſe que nous ne ſommes pas tous parfaits. Et il eſt euident qu'il n'y a pas moins de repugnance que la fauſſeté ou l'imper-

ſection procede de Dieu, en tant que telle, qu'il | y en a, que la verité ou la perfection procede du neant. Mais ſi nous ne ſçauions point que tout ce qui eſt en nous de reel & de vray, vient d'vn eſtre parfait & infini, pour claires & diſtinctes que fuſſent nos idées, nous n'aurions aucune raiſon qui nous aſſuraſt, qu'elles euſſent la perfection d'eſtre vrayes.

Or, aprés que la connoiſſance de Dieu & de l'ame nous a ainſi rendus certains de cete regle, il eſt bien ayſé a connoiſtre que les reſueries que nous imaginons eſtant endormis, ne doiuent aucunement nous faire douter de la verité des penſées que nous auons eſtant eſueillez. Car, s'il arriuoit, meſme en dormant, qu'on euſt quelque idée fort diſtincte, comme, par exemple, qu'vn Geometre inuentaſt quelque nouuelle demonſtration, ſon ſommeil ne l'empeſcheroit pas d'eſtre vraye. Et pour l'erreur la plus ordinaire de nos ſonges, qui conſiſte en ce qu'ils nous repreſentent diuers obiets en meſme façon que font nos ſens exterieurs, n'importe pas qu'elle nous donne occaſion de nous deffier de la verité de telles idées, a cauſe qu'elles peuuent auſſy nous tromper aſſez ſouuent, ſans que nous dormions : comme lorſque ceux qui ont la iauniſſe voyent tout de couleur iaune, ou que les aſtres ou autres cors fort eſloignez nous paroiſſent beaucoup plus petits qu'ils ne ſont. Car enfin, ſoit que nous veillions, ſoit que nous dormions, nous ne nous deuons iamais laiſſer perſuader qu'a l'euidence de noſtre raiſon. Et il eſt a remarquer que ie dis, de noſtre raiſon, & non point, de noſtre imagination ny de nos ſens. Comme, encore que nous voyons le ſo-

leil tres clairement, nous ne deuons pas iuger pour cela qu'il ne ſoit que de la gran|deur que nous le voyons; et nous pouuons bien imaginer diſtinctement vne teſte de lion entée ſur le cors d'vne cheure, ſans qu'il faille conclure, pour cela, qu'il y ait au monde vne Chimere : car la raiſon ne nous dicte point que ce que nous voyons ou imaginons ainſi ſoit veritable. Mais elle nous dicte bien que toutes nos idées ou notions doiuent auoir quelque fondement de verité; car il ne ſeroit pas poſſible que Dieu, qui eſt tout parfait & tout veritable les euſt miſes en nous ſans cela. Et pourceque nos raiſonnemens ne ſont iamais ſi euidens ny ſi entiers pendant le ſommeil que pendant la veille, bien que quelquefois nos imaginations ſoient alors autant ou plus viues & expreſſes, elle nous dicte auſſy que nos penſées ne pouuant eſtre toutes vrayes, a cauſe que nous ne ſommes pas tous-parfaits, ce qu'elles ont de verité doit infalliblement ſe rencontrer en celles que nous auons eſtant eſueillez, plutoſt qu'en nos ſonges.

CINQUIESME PARTIE.

Ie ſerois bien ayſe de pourſuiure, & de faire voir icy toute la chaiſne des autres veritez que i'ay deduites de ces premieres. Mais, a cauſe que, pour cet effect, il ſeroit maintenant beſoin que ie parlaſſe de pluſieurs queſtions, qui ſont en controuerſe entre les doctes, auec leſquels ie ne deſire point me brouiller, ie croy qu'il ſera mieux que ie m'en abſtiene, & que ie die ſeulement en general quelles elles ſont, affin de laiſſer iuger aux plus ſages, s'il ſeroit vtile que le public en fuſt plus particulierement informé. Ie ſuis

toufiours demeuré ferme en la refolution que i'auois prife, de ne fuppofer aucun autre principe, que celuy dont ie vien de me feruir pour demonftrer l'exiftence de Dieu & de l'ame, & de ne receuoir | aucune chofe pour vraye, qui ne me femblaft plus claire & plus certaine que n'auoient fait auparauant les demonftrations des Geometres. Et neantmoins, i'ofe dire que, non feulement i'ay trouué moyen de me fatisfaire en peu de tems, touchant toutes les principales difficultez dont on a couftume de traiter en la Philofophie, mais auffy, que i'ay remarqué certaines loix, que Dieu a tellement eftablies en la nature, & dont il a imprimé de telles notions en nos ames, qu'aprés y auoir fait affez de reflexion, nous ne fçaurions douter qu'elles ne foient exactement obferuées, en tout ce qui eft ou qui fe fait dans le monde. Puis en confiderant la fuite de ces loix, il me femble auoir defcouuert plufieurs veritez plus vtiles & plus importantes, que tout ce que i'auois appris auparauant, ou mefme efperé d'apprendre.

Mais pourceque i'ay tafché d'en expliquer les principales dans vn Traité, que quelques confiderations m'empefchent de publier, ie ne les fçaurois mieux faire connoiftre, qu'en difant icy fommairement ce qu'il contient. I'ay eu deffein d'y comprendre tout ce que ie penfois fçauoir, auant que de l'efcrire, touchant la Nature des chofes Materielles. Mais, tout de mefme que les peintres, ne pouuant efgalement bien reprefenter dans vn tableau plat toutes les diuerfes faces d'vn cors folide, en choififfent vne des principales qu'ils mettent feule vers le iour, & ombrageant les

autres, ne les font paroiſtre, qu'en tant qu'on les peut voir en la regardant : ainſi, craignant de ne pouuoir mettre en mon diſcours tout ce que i'auois en la penſée, i'entrepris ſeulement d'y expoſer bien amplement ce que ie conceuois de la Lumiere ; puis, a ſon occa|ſion, d'y adiouſter quelque choſe du Soleil & des Eſtoiles fixes, a cauſe qu'elle en procede preſque toute ; des Cieux, a cauſe qu'ils la tranſmettent ; des Planetes, des Cometes, & de la Terre, a cauſe qu'elles la font refleſchir ; & en particulier de tous les Cors qui ſont ſur la terre, a cauſe qu'ils ſont ou colorez, ou tranſparens, ou lumineux ; & enfin de l'Homme, a cauſe qu'il en eſt le ſpectateur. Meſme, pour ombrager vn peu toutes ces choſes, & pouuoir dire plus librement ce que i'en iugeois, ſans eſtre obligé de ſuiure ny de refuter les opinions qui ſont receuës entre les doctes, ie me reſolu de laiſſer tout ce Monde icy a leurs diſputes, & de parler ſeulement de ce qui arriueroit dans vn nouueau, ſi Dieu creoit maintenant quelque part, dans les Eſpaces Imaginaires, aſſez de matiere pour le compoſer, & qu'il agitaſt diuerſement & ſans ordre les diuerſes parties de cete matiere, en ſorte qu'il en compoſaſt vn Chaos auſſy confus que les Poetes en puiſſent feindre, & que, par apres, il ne fiſt autre choſe que preſter ſon concours ordinaire a la Nature, & la laiſſer agir ſuiuant les Loix qu'il a eſtablies. Ainſi, premierement, ie deſcriuis cete Matiere, & taſchay de la repreſenter telle qu'il n'y a rien au monde, ce me ſemble, de plus clair ny plus intelligible, excepté ce qui a tantoſt eſté dit de Dieu & de l'ame : car meſme ie ſuppoſay, expreſſement, qu'il

n'y auoit en elle aucune de ces Formes ou Qualitez dont on dispute dans les Escholes, ny generalement aucune chose, dont la connoissance ne fust si naturelle a nos ames, qu'on ne pust pas mesme feindre de l'ignorer. De plus, ie fis voir quelles estoient les Loix de la Nature; et sans appuier mes raisons sur aucun autre principe, que sur | les perfections infinies de Dieu, ie taschay a demonstrer toutes celles dont on eust pu auoir quelque doute, & a faire voir qu'elles sont telles, qu'encore que Dieu auroit creé plusieurs mondes, il n'y en sçauroit auoir aucun, où elles manquassent d'estre obseruées. Apres cela, ie monstray comment la plus grande part de la matiere de ce Chaos deuoit, en suite de ces loix, se disposer & s'arrenger d'vne certaine façon qui la rendoit semblable a nos Cieux; comment, cependant, quelques vnes de ses parties deuoient composer vne Terre, & quelques vnes des Planetes & des Cometes, & quelques autres vn Soleil & des Estoiles fixes. Et icy, m'estendant sur le suiet de la lumiere, i'expliquay bien au long quelle estoit celle qui se deuoit trouuer dans le Soleil & les Estoiles, & comment de la elle trauersoit en vn instant les immenses espaces des cieux, & comment elle se refleschissoit des Planetes & des Cometes vers la Terre. I'y adioustay aussy plusieurs choses, touchant la substance, la situation, les mouuemens & toutes les diuerses qualitez de ces Cieux & de ces Astres ; en sorte que ie pensois en dire assez, pour faire connoistre qu'il ne se remarque rien en ceux de ce monde, qui ne deust, ou du moins qui ne pûst, paroistre tout semblable en ceux du monde

que ie descriuois. De là ie vins a parler particulierement de la Terre : comment, encore que i'eusse expressement supposé que Dieu n'auoit mis aucune pesanteur en la matiere dont elle estoit composée, toutes ses parties ne laissoient pas de tendre exactement vers son centre ; comment, y ayant de l'eau & de l'air sur sa superficie, la disposition des cieux & des astres, principalement de la Lune, | y deuoit causer vn flus & reflus, qui fust semblable, en toutes ses circonstances, a celuy qui se remarque dans nos mers ; & outre cela vn certain cours, tant de l'eau que de l'air, du leuant vers le couchant, tel qu'on le remarque aussy entre les Tropiques ; comment les montaignes, les mers, les fontaines & les riuieres pouuoient naturellement s'y former, & les metaux y venir dans les mines, & les plantes y croistre dans les campaignes, & generalement tous les cors qu'on nomme meslez ou composez s'y engendrer. Et entre autres choses, a cause qu'aprés les astres ie ne connois rien au monde que le feu qui produise de la lumiere, ie m'estudiay a faire entendre bien clairement tout ce qui appartient a sa nature, comment il se fait, comment il se nourrit ; comment il n'a quelquefois que de la chaleur sans lumiere, & quelquefois de la lumiere sans chaleur ; comment il peut introduire diuerses couleurs en diuers cors, & diuerses autres qualitez ; comment il en fond quelques vns, & en durcit d'autres ; comment il les peut consumer presque tous, ou conuertir en cendres & en fumée ; et enfin, comment de ces cendres, par la seule violence de son action, il forme du verre : car cete transmutation de

cendres en verre me ſemblant eſtre auſſy admirable qu'aucune autre qui ſe face en la nature, ie pris particulierement plaiſir a la deſcrire.

Toutefois ie ne voulois pas inferer de toutes ces choſes, que ce monde ait eſté creé en la façon que ie propoſois ; car il eſt bien plus vrayſemblable que, dés le commencement, Dieu l'a rendu tel qu'il deuoit eſtre. Mais il eſt certain, & c'eſt vne opinion communement receuë | entre les Theologiens, que l'action, par laquelle maintenant il le conſerue, eſt toute la meſme que celle par laquelle il l'a creé ; de façon qu'encore qu'il ne lui auroit point donné, au commencement, d'autre forme que celle du Chaos, pouruû qu'ayant eſtabli les Loix de la Nature, il luy preſtaſt ſon concours, pour agir ainſi qu'elle a de couſtume, on peut croyre, ſans faire tort au miracle de la creation, que par cela ſeul toutes les choſes qui ſont purement materielles auroient pû, auec le tems, s'y rendre telles que nous les voyons a preſent. Et leur nature eſt bien plus ayſée a conceuoir, lorſqu'on les voit naiſtre peu a peu en cete ſorte, que lorſqu'on ne les conſidere que toutes faites.

De la deſcription des cors inanimez & des plantes, ie paſſay a celle des animaux & particulierement a celle des hommes. Mais, pourceque ie n'en auois pas encore aſſez de connoiſſance, pour en parler du meſme ſtyle que du reſte, c'eſt a dire, en demonſtrant les effets par les cauſes, & faiſant voir de quelles ſemences, & en quelle façon, la Nature les doit produire, ie me contentay de ſuppoſer que Dieu formaſt le cors d'vn homme, entierement ſemblable a

l'vn des noſtres, tant en la figure exterieure de ſes membres qu'en la conformation interieure de ſes organes, ſans le compoſer d'autre matiere que de celle que i'auois deſcrite, & ſans mettre en luy, au commencement, aucune ame raiſonnable, ny aucune autre choſe pour y ſeruir d'ame vegetante ou ſenſitiue, ſinon qu'il excitaſt en ſon cœur vn de ces feux ſans lumiere, que i'auois deſia expliquez, & que ie ne conceuois point d'autre nature que celuy qui échauſe le foin, | lorſqu'on l'a renfermé auant qu'il fuſt ſec, ou qui fait bouillir les vins nouueaux, lorſqu'on les laiſſe cuuer ſur la rape. Car examinant les fonctions, qui pouuoient en ſuite de cela eſtre en ce cors, i'y trouuois exactement toutes celles qui peuuent eſtre en nous ſans que nous y penſions, ny par conſequent que noſtre ame, c'eſt a dire, cete partie diſtincte du cors dont il a eſté dit cy deſſus que la nature n'eſt que de penſer, y contribuë, & qui ſont toutes les meſmes en quoy on peut dire que les animaux ſans raiſon nous reſemblent : ſans que i'y en pûſſe pour cela trouuer aucune, de celles qui, eſtant dependantes de la penſée, ſont les ſeules qui nous apartienent en tant qu'hommes, au lieu que ie les y trouuois par aprés, ayant ſuppoſé que Dieu creaſt vne ame raiſonnable, & qu'il la ioigniſt a ce cors en certaine façon que ie deſcriuois.

Mais, affin qu'on puiſſe voir en quelle ſorte i'y traitois cete matiere, ie veux mettre icy l'explication du Mouuement du Cœur & des Arteres, qui eſtant le premier & le plus general qu'on obſerue dans les animaux, on iugera facilement de luy ce qu'on doit

penſer de tous les autres. Et affin qu'on ait moins de difficulté a entendre ce que i'en diray, ie voudrois que ceux qui ne ſont point verſez en l'Anatomie priſſent la peine, auant que de lire cecy, de faire couper deuant eux le cœur de quelque grand animal qui ait des poumons, car il eſt en tous aſſez ſemblable a celuy de l'homme, & qu'ils ſe fiſſent montrer les deux chambres ou concauitez qui y ſont. Premierement, celle qui eſt dans ſon coſté droit, a laquelle reſpondent deux tuyaux fort larges : a ſçauoir la vene caue, qui eſt le principal receptable du ſang, & comme le tronc de l'arbre dont toutes les autres venes du cors ſont les branches, & la vene arterieuſe, qui a eſté ainſi mal nommée, pourceque c'eſt en effect vne artere, laquelle prenant ſon origine du cœur, ſe diuiſe, aprés en eſtre ſortie, en pluſieurs branches qui ſe vont reſpandre partout dans les poumons. Puis, celle qui eſt dans ſon coſté gauche, a laquelle reſpondent en meſme façon deux tuyaux, qui ſont autant ou plus larges que les precedens : a ſçauoir l'artere veneuſe, qui a eſté auſſy mal nommée, a cauſe qu'elle n'eſt autre choſe qu'vne vene, laquelle vient des poumons, ou elle eſt diuiſée en pluſieurs branches, entrelacées auec celles de la vene arterieuſe, & celles de ce conduit qu'on nomme le ſifflet, par où entre l'air de la reſpiration ; & la grande artere, qui, ſortant du cœur, enuoye ſes branches par tout le cors. Ie voudrois auſſy qu'on leur montraſt ſoigneuſement les onze petites peaux, qui, comme autant de petites portes, ouurent & ferment les quatre ouuertures qui ſont en ces deux concauitez : a ſça-

uoir, trois a l'entrée de la vene caue, où elles ſont tellement diſpoſées, qu'elles ne peuuent aucunement empeſcher que le ſang qu'elle contient ne coule dans la concauité droite du cœur, & toutefois empeſchent exactement qu'il n'en puiſſe ſortir ; trois a l'entrée de la vene arterieuſe, qui, eſtant diſpoſées tout au contraire, permetent bien au ſang, qui eſt dans cete concauité, de paſſer dans les poumons, mais non pas a celuy qui eſt dans les poumons d'y retourner ; & ainſi deux autres a l'entrée de l'artere veneuſe, qui laiſſent couler le ſang des poumons vers la concauité | gauche du cœur, mais s'oppoſent a ſon retour ; & trois a l'entrée de la grande artere, qui luy permetent de ſortir du cœur, mais l'empeſchent d'y retourner. Et il n'eſt point beſoin de chercher d'autre raiſon du nombre de ces peaux, ſinon que l'ouuerture de l'artere veneuſe, eſtant en ouale a cauſe du lieu ou elle ſe rencontre, peut eſtre commodement fermée auec deux, au lieu que les autres, eſtant rondes, le peuuent mieux eſtre auec trois. De plus, ie voudrois qu'on leur fiſt conſiderer que la grande artere & la vene arterieuſe ſont d'vne compoſition beaucoup plus dure & plus ferme, que ne ſont l'artere veneuſe & la vene caue ; & que ces deux derniers s'eſlargiſſent auant que d'entrer dans le cœur, & y ſont comme deux bourſes, nommées les oreilles du cœur, qui ſont compoſées d'vne chair ſemblable à la ſiene ; et qu'il y a touſiours plus de chaleur dans le cœur, qu'en aucun autre endroit du cors ; et enfin, que cete chaleur eſt capable de faire que, s'il entre quelque goutte de ſang en ſes concauitez, elle s'enfle promtement & ſe

dilate, ainſi que ſont generalement toutes les liqueurs, lorſqu'on les laiſſe tomber goutte a goutte en quelque vaiſſeau qui eſt fort chaud.

Car, aprés cela, ie n'ay beſoin de dire autre choſe, pour expliquer le mouuement du cœur, ſinon que, lorſque ſes concauitez ne ſont pas pleines de ſang, il y en coule neceſſairement de la vene caue dans la droite, & de l'artere veneuſe dans la gauche ; d'autant que ces deux vaiſſeaux en ſont touſiours pleins, & que leurs ouuertures, qui regardent vers le cœur, ne peuuent alors eſtre bouchées ; mais que, ſitoſt qu'il eſt entré ainſi deux gouttes de ſang, | vne en chacune de ſes concauitez, ces gouttes, qui ne peuuent eſtre que fort groſſes, a cauſe que les ouuertures par où elles entrent ſont fort larges, & les vaiſſeaux d'où elles vienent fort pleins de ſang, ſe rarefient & ſe dilatent, a cauſe de la chaleur qu'elles y trouuent, au moyen de quoy, faiſant enfler tout le cœur, elles pouſſent & ferment les cinq petites portes, qui ſont aux entrées des deux vaiſſeaux d'où elles vienent, empeſchant ainſi qu'il ne deſcende dauantage de ſang dans le cœur; et continuant a ſe rarefier de plus en plus, elles pouſſent & ouurent les ſix autres petites portes, qui ſont aux entrées des deux autres vaiſſeaux par où elles ſortent, faiſant enfler par ce moyen toutes les branches de la vene arterieuſe & de la grande artere, quaſi au meſme inſtant que le cœur; lequel, incontinent aprés, ſe deſenfle, comme font auſſy ces arteres, a cauſe que le ſang qui y eſt entré s'y refroidiſt, & leurs ſix petites portes ſe referment, & les cinq de la vene caue & de l'artere veneuſe ſe rouurent, & donnent paſſage a

deux autres gouttes de ſang, qui ſont derechef enfler le cœur & les arteres, tout de meſme que les precedentes. Et pourceque le ſang, qui entre ainſi dans ce cœur, paſſe par ces deux bourſes qu'on nomme ſes oreilles, de là vient que leur mouuement eſt contraire au ſien, & qu'elles deſenflent, lorſqu'il s'enfle. Au reſte, affin que ceux qui ne connoiſſent pas la force des demonſtrations Mathematiques, & ne ſont pas accoutumez a diſtinguer les vrayes raiſons des vrayſemblables, ne ſe haſardent pas de nier cecy ſans l'examiner, ie les veux auertir que ce mouuement, que ie vien d'expliquer, ſuit auſſy neceſſairement de la ſeule diſpoſition des | organes qu'on peut voir a l'œil dans le cœur, & de la chaleur qu'on y peut ſentir auec les doigts, & de la nature du ſang qu'on peut connoiſtre par experience, que fait celuy d'vn horologe, de la force, de la ſituation, & de la figure de ſes contrepois & de ſes rouës.

Mais ſi on demande comment le ſang des venes ne s'eſpuiſe point, en coulant ainſi continuellement dans le cœur, & comment les arteres n'en ſont point trop remplies, puiſque tout celuy qui paſſe par le cœur s'y va rendre, ie n'ay pas beſoin d'y reſpondre autre choſe, que ce qui a deſia eſté eſcrit par vn medecin d'Angleterre, auquel il faut donner la louange d'auoir rompu la glace en cét endroit, & d'eſtre le premier qui a enſeigné qu'il y a pluſieurs petits paſſages aux extremitez des arteres, par où le ſang qu'elles reçoiuent du cœur entre dans les petites branches des venes, d'où il ſe va rendre derechef vers le cœur, en ſorte que ſon cours n'eſt autre choſe qu'vne circula-

Heruæus, *de motu cordis.*

tion perpetuelle. Ce qu'il prouue fort bien, par l'experience ordinaire des chirurgiens, qui ayant lié le bras mediocrement fort, au deſſus de l'endroit où ils ouurent la vene, font que le ſang en ſort plus abondamment que s'ils ne l'auoient point lié. Et il arriueroit tout le contraire, s'ils le lioient au deſſous, entre la main & l'ouuerture, ou bien, qu'ils le liaſſent tres fort au-deſſus. Car il eſt manifeſte que le lien mediocrement ſerré, pouuant empeſcher que le ſang qui eſt deſia dans le bras ne retourne vers le cœur par les venes, n'empeſche pas pour cela qu'il n'y en viene touſiours de nouueau par les arteres, a cauſe qu'elles ſont ſituées au deſſous des venes, & que leurs peaux, eſtant plus dures, ſont|moins ayſées a preſſer, & auſſy que le ſang qui vient du cœur tend auec plus de force a paſſer par elles vers la main, qu'il ne fait a retourner de là vers le cœur par les venes. Et puiſque ce ſang ſort du bras par l'ouuerture qui eſt en l'vne des venes, il doit neceſſairement y auoir quelques paſſages au-deſſous du lien, c'eſt a dire vers les extremitez du bras, par où il y puiſſe venir des arteres. Il prouue auſſy fort bien ce qu'il dit du cours du ſang, par certaines petites peaux, qui ſont tellement diſpoſées en diuers lieux le long des venes, qu'elles ne luy permetent point d'y paſſer du milieu du cors vers les extremitez, mais ſeulement de retourner des extremitez vers le cœur; et de plus, par l'experience qui monſtre que tout celuy qui eſt dans le cors en peut ſortir en fort peu de tems par vne ſeule artere, lorſqu'elle eſt coupée, encore meſme qu'elle fuſt eſtroitement liée fort proche du cœur, & coupée entre luy & le lien, en ſorte qu'on

n'euſt aucun ſuiet d'imaginer que le ſang qui en ſortiroit vint d'ailleurs.

Mais il y a pluſieurs autres choſes qui teſmoignent que la vraye cauſe de ce mouuement du ſang eſt celle que i'ay dite. Comme, premierement, la difference qu'on remarque entre celuy qui ſort des venes & celuy qui ſort des arteres, ne peut proceder que de ce qu'eſtant rarefié, & comme diſtilé, en paſſant par le cœur, il eſt plus ſubtil & plus vif & plus chaud incontinent aprés en eſtre ſorti, c'eſt a dire, eſtant dans les arteres, qu'il n'eſt vn peu deuant que d'y entrer, c'eſt a dire, eſtant dans les venes. Et ſi on y prend garde, on trouuera que cete difference ne paroiſt bien que vers le cœur, & non point tant | aux lieux qui en ſont les plus eſloignez. Puis la dureté des peaux, dont la vene arterieuſe & la grande artere ſont compoſées, monſtre aſſez que le ſang bat contre elles auec plus de force que contre les venes. Et pourquoy la concauité gauche du cœur & la grande artere ſeroient elles plus amples & plus larges, que la concauité droite & la vene arterieuſe? Si ce n'eſtoit que le ſang de l'artere veneuſe, n'ayant eſté que dans les poumons depuis qu'il a paſſé par le cœur, eſt plus ſubtil & ſe rarefie plus fort & plus ayſement, que celuy qui vient immediatement de la vene caue. Et qu'eſt-ce que les medecins peuuent deuiner, en taſtant le pouls, s'ils ne ſçauent que, ſelon que le ſang change de nature, il peut eſtre rarefié par la chaleur du cœur plus ou moins fort, & plus ou moins viſte qu'auparauant? Et ſi on examine comment cette chaleur ſe communique aux autres membres, ne faut-il pas auouër que c'eſt

par le moyen du ſang, qui paſſant par le cœur s'y reſchauffe, & ſe reſpand de là par tout le cors. D'où vient que, ſi on oſte le ſang de quelque partie, on en oſte par meſme moyen la chaleur ; et encore que le cœur fuſt auſſy ardent qu'vn fer embraſé, il ne ſuffiroit pas pour reſchauffer les pieds & les mains tant qu'il fait, s'il n'y enuoyoit continuellement de nouueau ſang. Puis auſſy on connoiſt de là, que le vray vſage de la reſpiration eſt d'apporter aſſez d'air frais dans le poumon, pour faire que le ſang, qui y vient de la concauité droite du cœur, où il a eſté rarefié & comme changé en vapeurs, s'y eſpaiſſiſſe, & conuertiſſe en ſang derechef, auant que de retomber dans la gauche, ſans quoy il ne pourroit eſtre propre a ſeruir de nou|riture au feu qui y eſt. Ce qui ſe confirme, parce qu'on void que les animaux qui n'ont point de poumons, n'ont auſſy qu'vne concauité dans le cœur, & que les enfans, qui n'en peuuent vſer pendant qu'ils ſont renfermez au ventre de leurs meres, ont vne ouuerture par où il coule du ſang de la vene caue en la concauité gauche du cœur, & vn conduit par où il en vient de la vene arterieuſe en la grande artere, ſans paſſer par le poumon. Puis la coction, comment ſe feroit-elle en l'eſtomac, ſi le cœur n'y enuoyoit de la chaleur par les arteres, & auec cela quelques vnes des plus coulantes parties du ſang, qui aydent a diſſoudre les viandes qu'on y a miſes ? Et l'action qui conuertiſt le ſuc de ces viandes en ſang, n'eſt elle pas ayſée a connoiſtre, ſi on conſidere qu'il ſe diſtile, en paſſant & repaſſant par le cœur, peuteſtre par plus de cent ou deux cent fois en chaſque iour ? Et qu'a t on beſoin d'autre choſe,

pour expliquer la nutrition, & la production des diuerſes humeurs qui ſont dans le cors, ſinon de dire que la force, dont le ſang en ſe rarefiant paſſe du cœur vers les extremitez des arteres, fait que quelques vnes de ſes parties s'areſtent entre celles des membres où elles ſe trouuent, & y prenent la place de quelques autres qu'elles en chaſſent; et que, ſelon la ſituation, ou la figure, ou la petiteſſe des pores qu'elles rencontrent, les vnes ſe vont rendre en certains lieux plutoſt que les autres, en meſme façon que chaſcun peut auoir vû diuers cribles, qui eſtant diuerſement percez ſeruent a ſeparer diuers grains les vns des autres? Et enfin ce qu'il y a de plus remarquable en tout cecy, c'eſt la generation des eſprits animaux, qui ſont comme vn vent tres ſubtil, | ou plutoſt comme vne flame tres pure & tres viue, qui, montant continuellement en grande abondance du cœur dans le cerueau, ſe va rendre de là par les nerfs dans les muſcles, & donne le mouuement a tous les membres; ſans qu'il faille imaginer d'autre cauſe, qui face que les parties du ſang, qui, eſtant les plus agitées & les plus penetrantes, ſont les plus propres a compoſer ces eſprits, ſe vont rendre plutoſt vers le cerueau que vers ailleurs; ſinon que les arteres, qui les y portent, ſont celles qui vienent du cœur le plus en ligne droite de toutes, & que, ſelon les regles des Mechaniques, qui ſont les meſmes que celles de la nature, lorſque pluſieurs choſes tendent enſemble a ſe mouuoir vers vn meſme coſté, où il n'y a pas aſſez de place pour toutes, ainſi que les parties du ſang qui ſortent de la concauité gauche du cœur tendent vers le cerueau,

les plus foibles & moins agitées en doiuent eſtre détournées par les plus fortes, qui par ce moyen s'y vont rendre ſeules.

I'auois expliqué aſſez particulierement toutes ces choſes, dans le traité que i'auois eu cy deuant deſſein de publier. Et enſuite i'y auois monſtré quelle doit eſtre la fabrique des nerfs & des muſcles du cors humain, pour faire que les eſprits animaux, eſtant dedans, ayent la force de mouuoir ſes membres : ainſi qu'on voit que les teſtes, vn peu aprés eſtres coupées, ſe remuent encore, & mordent la terre, nonobſtant qu'elles ne ſoient plus animées ; quels changemens ſe doiuent faire dans le cerueau, pour cauſer la veille, & le ſommeil, & les ſonges ; comment la lumiere, les ſons, les odeurs, les gouts, la chaleur, & toutes les autres qualitez des obiets exterieurs y peuuent imprimer diuerſes idées, par l'entremiſe des ſens ; comment la faim, la ſoif, & les autres paſſions interieures, y peuuent auſſy enuoyer les leurs ; ce qui doit y eſtre pris pour le ſens commun, où ces idées ſont recuës ; pour la memoire, qui les conſerue ; & pour la fantaiſie, qui les peut diuerſement changer, & en compoſer de nouuelles, & par meſme moyen, diſtribuant les eſpris animaux dans les muſcles, faire mouuoir les membres de ce cors, en autant de diuerſes façons, & autant a propos des obiets qui ſe preſentent a ces ſens, & des paſſions interieures qui ſont en luy, que les noſtres ſe puiſſent mouuoir, ſans que la volonté les conduiſe. Ce qui ne ſemblera nullement eſtrange a ceux qui, ſçachant combien de diuers *automates*, ou machines mouuantes, l'induſtrie des hommes peut

faire, sans y employer que fort peu de pieces, a comparaison de la grande multitude des os, des muscles, des nerfs, des arteres, des venes, & de toutes les autres parties, qui sont dans le cors de chasque animal, considereront ce cors comme vne machine, qui, ayant esté faite des mains de Dieu, est incomparablement mieux ordonnée, & a en soy des mouuemens plus admirables, qu'aucune de celles qui peuuent estre inuentées par les hommes.

Et ie m'estois icy particulierement aresté a faire voir que, s'il y auoit de telles machines, qui eussent les organes & la figure d'vn singe, ou de quelque autre animal sans raison, nous n'aurions aucun moyen pour reconnoistre qu'elles ne seroient pas en tout de mesme nature que ces animaux; au lieu que, s'il y en auoit qui eussent la ressemblance de nos cors, & imitassent autant nos actions que moralement il seroit pos|sible, nous aurions tousiours deux moyens tres certains, pour reconnoistre qu'elles ne seroient point pour cela de vrais hommes. Dont le premier est que iamais elles ne pourroient vser de paroles, ny d'autres signes en les composant, comme nous faisons pour declarer aux autres nos pensées. Car on peut bien conceuoir qu'vne machine soit tellement faite qu'elle profere des paroles, & mesme qu'elle en profere quelques vnes a propos des actions corporelles qui causeront quelque changement en ses organes : comme, si on la touche en quelque endroit, qu'elle demande ce qu'on luy veut dire; si en vn autre, qu'elle crie qu'on luy fait mal, & choses semblables; mais non pas qu'elle les arrenge diuersement, pour res-

pondre au ſens de tout ce qui ſe dira en ſa preſence, ainſi que les hommes les plus hebetez peuuent faire. Et le ſecond eſt que, bien qu'elles fiſſent pluſieurs choſes auſſy bien, ou peuteſtre mieux qu'aucun de nous, elles manqueroient infalliblement en quelques autres, par leſquelles on découuriroit qu'elles n'agiroient pas par connoiſſance, mais ſeulement par la diſpoſition de leurs organes. Car, au lieu que la raiſon eſt vn inſtrument vniuerſel, qui peut ſeruir en toutes ſortes de rencontres, ces organes ont beſoin de quelque particuliere diſpoſition pour chaque action particuliere; d'où vient qu'il eſt moralement impoſſible qu'il y en ait aſſez de diuers en vne machine, pour la faire agir en toutes les occurrences de la vie, de meſme façon que noſtre raiſon nous fait agir.

Or, par ces deux meſmes moyens, on peut auſſy connoiſtre la difference, qui eſt entre les hommes & les beſtes. Car c'eſt vne choſe bien remarquable, qu'il n'y a point | d'hommes ſi hebetez & ſi ſtupides, ſans en excepter meſme les inſenſez, qu'ils ne ſoient capables d'arrenger enſemble diuerſes paroles, & d'en compoſer vn diſcours par lequel ils facent entendre leurs penſées; et qu'au contraire, il n'y a point d'autre animal, tant parfait & tant heureuſement né qu'il puiſſe eſtre, qui face le ſemblable. Ce qui n'arriue pas de ce qu'ils ont faute d'organes, car on voit que les pies & les perroquets peuuent proferer des paroles ainſi que nous, & toutefois ne peuuent parler ainſi que nous, c'eſt a dire, en teſmoignant qu'ils penſent ce qu'ils diſent; au lieu que les hommes qui, eſtans nés ſours & muets, ſont priuez des organes qui ſeruent aux au-

tres pour parler, autant ou plus que les beſtes, ont couſtume d'inuenter d'eux meſmes quelques ſignes, par leſquels ils ſe font entendre a ceux qui, eſtans ordinairement auec eux, ont loyſir d'apprendre leur langue. Et cecy ne teſmoigne pas ſeulement que les beſtes ont moins de raiſon que les hommes, mais qu'elles n'en ont point du tout. Car on voit qu'il n'en faut que fort peu, pour ſçauoir parler; & d'autant qu'on remarque de l'ineſgalité entre les animaux d'vne meſme eſpece, auſſy bien qu'entre les hommes, & que les vns ſont plus ayſez a dreſſer que les autres, il n'eſt pas croyable qu'vn ſinge ou vn perroquet, qui ſeroit des plus parfaits de ſon eſpece, n'égalaſt en cela vn enfant des plus ſtupides, ou du moins vn enfant qui auroit le cerueau troublé, ſi leur ame n'eſtoit d'vne nature du tout differente de la noſtre. Et on ne doit pas confondre les paroles auec les mouuemens naturels, qui teſmoignent les paſſions, & peuuent eſtre imitez par des machines auſſy bien que par les animaux; | ny penſer, comme quelques Anciens, que les beſtes parlent, bien que nous n'entendions pas leur langage : car s'il eſtoit vray, puiſqu'elles ont pluſieurs organes qui ſe rapportent aux noſtres, elles pourroient auſſy bien ſe faire entendre a nous qu'a leurs ſemblables. C'eſt auſſy vne choſe fort remarquable que, bien qu'il y ait pluſieurs animaux qui teſmoignent plus d'induſtrie que nous en quelques vnes de leurs actions, on voit toutefois que les meſmes n'en teſmoignent point du tout en beaucoup d'autres : de façon que ce qu'ils font mieux que nous, ne prouue pas qu'ils ont de l'eſprit; car, a ce conte, ils en auroient plus qu'aucun de nous, & ſe-

roient mieux en toute chofe; mais plutoft qu'ils n'en ont point, & que c'eft la Nature qui agift en eux, felon la difpofition de leurs organes : ainfi qu'on voit qu'vn horologe, qui n'eft compofé que de rouës & de reffors, peut conter les heures, & mefurer le tems, plus iuftement que nous auec toute noftre prudence.

I'auois defcrit, aprés cela, l'ame raifonnable, & fait voir qu'elle ne peut aucunement eftre tirée de la puiffance de la matiere, ainfi que les autres chofes dont i'auois parlé, mais qu'elle doit expreffement eftre creée; et comment il ne fuffit pas qu'elle foit logée dans le cors humain, ainfi qu'vn pilote en fon nauire, finon peuteftre pour mouuoir fes membres, mais qu'il eft befoin qu'elle foit iointe & vnie plus eftroitement auec luy, pour auoir, outre cela, des fentimens & des appetits femblables aux noftres, & ainfi compofer vn vray homme. Au refte, ie me fuis icy vn peu eftendu fur le fuiet de l'ame, a caufe qu'il eft des plus importans; car, aprés l'erreur de ceux | qui nient Dieu, laquelle ie penfe auoir cy deffus affez refutée, il n'y en a point qui efloigne plutoft les efprits foibles du droit chemin de la vertu, que d'imaginer que l'ame des beftes foit de mefme nature que la noftre, & que, par confequent, nous n'auons rien a craindre, ny a efperer, aprés cete vie, non plus que les moufches & les fourmis; au lieu que, lorfqu'on fçait combien elles different, on comprent beaucoup mieux les raifons, qui prouuent que la noftre eft d'vne nature entierement independante du cors, & par confequent, qu'elle n'eft point fuiette a mourir auec luy; puis, d'autant

qu'on ne voit point d'autres cauſes qui la deſtruiſent, on eſt naturellement porté a iuger de là qu'elle eſt immortelle.

SIXIESME PARTIE.

Or il y a maintenant trois ans que i'eſtois paruenu a la fin du traité qui contient toutes ces choſes, & que ie commençois a le reuoir, affin de le mettre entre les mains d'vn imprimeur, lorſque i'appris que des perſonnes, a qui ie defere & dont l'authorité ne peut gueres moins ſur mes actions, que ma propre raiſon ſur mes penſées, auoient deſapprouué vne opinion de Phyſique, publiée vn peu auparauant par quelque autre, de laquelle ie ne veux pas dire que ie fuſſe, mais bien que ie n'y auois rien remarqué, auant leur cenſure, que ie puſſe imaginer eſtre preiudiciable ny a la Religion ny a l'Eſtat, ny, par conſequent, qui m'euſt empeſché de l'eſcrire, ſi la raiſon me l'euſt perſuadée, & que cela me fit craindre qu'il ne s'en trouuaſt tout de meſme quelqu'vne entre les mienes, en laquelle ie me fuſſe mépris, nonobſtant le grand ſoin que i'ay touſiours eu de n'en point receuoir de nouuelles en ma creance, dont ie n'euſſe des demonſtrations tres cer|taines, & de n'en point eſcrire, qui puſſent tourner au deſauantage de perſonne. Ce qui a eſté ſuffiſant, pour m'obliger a changer la reſolution que i'auois euë de les publier. Car, encore que les raiſons, pour leſquelles ie l'auois priſe auparauant, fuſſent tres fortes, mon inclination, qui m'a touſiours fait haïr le meſtier de faire des liures, m'en fit incontinent trouuer aſſez d'autres, pour m'en excuſer. Et ces raiſons de part & d'autre ſont telles, que non

ſeulement i'ay icy quelque intereſt de les dire, mais peut-eſtre auſſy que le public en a de les ſçauoir.

Ie n'ay iamais fait beaucoup d'eſtat des choſes qui venoient de mon eſprit, & pendant que ie n'ay recueilly d'autres fruits de la methode dont ie me ſers, ſinon que ie me ſuis ſatisfait, touchant quelques difficultez qui appartienent aux ſciences ſpeculatiues, ou bien que i'ay taſché de regler mes meurs par les raiſons qu'elle m'enſeignoit, ie n'ay point creu eſtre obligé d'en rien eſcrire. Car, pour ce qui touche les meurs, chaſcun abonde ſi fort en ſon ſens, qu'il ſe pourroit trouuer autant de reformateurs que de teſtes, s'il eſtoit permis a d'autres qu'a ceux que Dieu a eſtablis pour ſouuerains ſur ſes peuples, ou bien auſquels il a donné aſſez de grace & de zele pour eſtre prophetes, d'entreprendre d'y rien changer; et bien que mes ſpeculations me pleuſſent fort, i'ay creu que les autres en auoient auſſy, qui leur plaiſoient peut-eſtre dauantage. Mais, ſitoſt que i'ay eu acquis quelques notions generales touchant la Phyſique, & que, commençant a les eſprouuer en diuerſes difficultez particulieres, i'ay remarqué iuſques où elles peuuent conduire, & combien elles different des principes dont on s'eſt ſerui iuſques a preſent, i'ay creu que ie ne pouuois les tenir cachées, ſans pecher grandement contre la loy qui nous oblige a procurer, autant qu'il eſt en nous, le bien general de tous les hommes. Car elles m'ont fait voir qu'il eſt poſſible de paruenir a des connoiſſances qui ſoient fort vtiles a la vie, & qu'au lieu de cete Philoſophie ſpeculatiue, qu'on enſeigne dans les eſcholes, on en peut trouuer

vne pratique, par laquelle connoiſſant la force & les actions du feu, de l'eau, de l'air, des aſtres, des cieux, & de tous les autres cors qui nous enuironnent, auſſy diſtinctement que nous connoiſſons les diuers meſtiers de nos artiſans, nous les pourrions employer en meſme façon a tous les vſages auſquels ils ſont propres, & ainſi nous rendre comme maiſtres & poſſeſſeurs de la Nature. Ce qui n'eſt pas ſeulement a deſirer pour l'inuention d'vne infinité d'artifices, qui feroient qu'on iouiroit, ſans aucune peine, des fruits de la terre & de toutes les commoditez qui s'y trouuent, mais principalement auſſy pour la conſeruation de la ſanté, laquelle eſt ſans doute le premier bien, & le fondement de tous les autres biens de cete vie; car meſme l'eſprit depend ſi fort du temperament, & de la diſpoſition des organes du cors, que s'il eſt poſſible de trouuer quelque moyen, qui rende communement les hommes plus ſages & plus habiles qu'ils n'ont eſté iuſques icy, ie croy que c'eſt dans la Medecine qu'on doit le chercher. Il eſt vray que celle qui eſt maintenant en vſage, contient peu de choſes dont l'vtilité ſoit ſi remarquable; mais, ſans que i'aye aucun deſſein de la meſpriſer, ie m'aſſure qu'il n'y a per|ſonne, meſme de ceux qui en font profeſſion, qui n'auouë que tout ce qu'on y ſçait n'eſt preſque rien, a comparaiſon de ce qui reſte a y ſçauoir, & qu'on ſe pourroit exemter d'vne infinité de maladies, tant du cors que de l'eſprit, & meſme auſſy peuteſtre de l'affoibliſſement de la vieilleſſe, ſi on auoit aſſez de connoiſſance de leurs cauſes, & de tous les remedes dont la Nature nous a pourueus. Or, ayant deſſein d'em-

ployer toute ma vie a la recherche d'vne ſcience ſi neceſſaire, & ayant rencontré vn chemin qui me ſemble tel qu'on doit infalliblement la trouuer, en le ſuiuant, ſi ce n'eſt qu'on en ſoit empeſché, ou par la brieueté de la vie, ou par le defaut des experiences, ie iugeois qu'il n'y auoit point de meilleur remede contre ces deux empeſchemens, que de communiquer fidellement au public tout le peu que i'aurois trouué, & de conuier les bons eſprits a taſcher de paſſer plus outre, en contribuant, chaſcun ſelon ſon inclination & ſon pouuoir, aux experiences qu'il faudroit faire, & communiquant auſſy au public toutes les choſes qu'ils apprendroient, affin que les derniers commençant ou les precedens auroient acheué, & ainſi ioignant les vies & les trauaux de pluſieurs, nous allaſſions tous enſemble beaucoup plus loin, que chaſcun en particulier ne ſçauroit faire.

Meſme ie remarquois, touchant les experiences, qu'elles ſont d'autant plus neceſſaires, qu'on eſt plus auancé en connoiſſance. Car, pour le commencement, il vaut mieux ne ſe ſeruir que de celles qui ſe preſentent d'elles meſmes a nos ſens, & que nous ne ſçaurions ignorer, pouruû que nous y facions tant ſoit peu de reflexion, que | d'en chercher de plus rares & eſtudiées : dont la raiſon eſt que ces plus rares trompent ſouuent, lorſqu'on ne ſçait pas encore les cauſes des plus communes, & que les circonſtances dont elles dependent ſont quaſi touſiours ſi particulieres & ſi petites, qu'il eſt tres malayſé de les remarquer. Mais l'ordre que i'ay tenu en cecy a eſté tel. Premierement, i'ay taſché de trouuer en general les

Principes, ou Premieres Cauſes, de tout ce qui eſt, ou qui peut eſtre, dans le monde, ſans rien conſiderer, pour cet effect, que Dieu ſeul, qui l'a creé, ny les tirer d'ailleurs que de certaines ſemences de Veritez qui ſont naturellement en nos ames. Aprés cela, i'ay examiné quels eſtoient les premiers & plus ordinaires effets qu'on pouuoit deduire de ces cauſes : et il me ſemble que, par la, i'ay trouué des Cieux, des Aſtres, vne Terre, & meſme, ſur la terre, de l'Eau, de l'Air, du Feu, des Mineraux, & quelques autres telles choſes, qui ſont les plus communes de toutes & les plus ſimples, & par conſequent les plus ayſées a connoiſtre. Puis, lorſque i'ay voulu deſcendre a celles qui eſtoient plus particulieres, il s'en eſt tant preſenté a moy de diuerſes, que ie n'ay pas creu qu'il fuſt poſſible a l'eſprit humain de diſtinguer les Formes ou Eſpeces de cors qui ſont ſur la terre, d'vne infinité d'autres qui pourroient y eſtre, ſi c'euſt eſté le vouloir de Dieu de les y mettre, ny, par conſequent, de les rapporter a noſtre vſage, ſi ce n'eſt qu'on viene au deuant des cauſes par les effets, & qu'on ſe ſerue de pluſieurs experiences particulieres. En ſuite de quoy, repaſſant mon eſprit ſur tous les obiets qui s'eſtoient iamais preſentez a mes ſens, i'oſe bien dire que ie n'y ay remarqué aucune choſe que ie ne peuſſe aſſez | commodement expliquer par les Principes que i'auois trouuez. Mais il faut auſſy que i'auouë, que la puiſſance de la Nature eſt ſi ample & ſi vaſte, & que ces Principes ſont ſi ſimples & ſi generaux, que ie ne remarque quaſi plus aucun effect particulier, que d'abord ie ne connoiſſe qu'il peut en

eſtre deduit en pluſieurs diuerſes façons, & que ma plus grande difficulté eſt d'ordinaire de trouuer en laquelle de ces façons il en depend. Car a cela ie ne ſçay point d'autre expedient, que de chercher derechef quelques experiences, qui ſoient telles, que leur euenement ne ſoit pas le meſme, ſi c'eſt en l'vne de ces façons qu'on doit l'expliquer, que ſi c'eſt en l'autre. Au reſte, i'en ſuis maintenant la, que ie voy, ce me ſemble, aſſez bien de quel biaiz on ſe doit prendre a faire la plus part de celles qui peuuent ſeruir a cet effect; mais ie voy auſſy qu'elles ſont telles, & en ſi grand nombre, que ny mes mains, ny mon reuenu, bien que i'en euſſe mille fois plus que ie n'en ay, ne ſçauroient ſuffire pour toutes; en ſorte que, ſelon que i'auray deſormais la commodité d'en faire plus ou moins, i'auanceray auſſy plus ou moins en la connoiſſance de la Nature. Ce que ie me prometois de faire connoiſtre, par le traité que i'auois eſcrit, & d'y monſtrer ſi clairement l'vtilité que le public en peut receuoir, que i'obligerois tous ceux qui deſirent en general le bien des hommes, c'eſt a dire, tous ceux qui ſont en effect vertueux, & non point par faux ſemblant, ny ſeulement par opinion, tant a me communiquer celles qu'ils ont deſia faites, qu'a m'ayder en la recherche de celles qui reſtent a faire.

Mais i'ay eu, depuis ce tems la, d'autres raiſons qui | m'ont fait changer d'opinion, & penſer que ie deuois veritablement continuër d'eſcrire toutes les choſes que ie iugerois de quelque importance, a meſure que i'en découurirois la verité, & y apporter le meſme ſoin que ſi ie les voulois faire imprimer : tant

affin d'auoir d'autant plus d'occafion de les bien examiner, comme fans doute on regarde toufiours de plus prés a ce qu'on croit deuoir eftre veu par plufieurs, qu'a ce qu'on ne fait que pour foy mefme, & fouuent les chofes, qui m'ont femblé vrayes, lorfque i'ay commencé a les conceuoir, m'ont parû fauffes, lorfque ie les ay voulu mettre fur le papier; qu'affin de ne perdre aucune occafion de profiter au public, fi i'en fuis capable, & que, fi mes efcrits valent quelque chofe, ceux qui les auront aprés ma mort, en puiffent vfer, ainfi qu'il fera le plus a propos; mais que ie ne deuois aucunement confentir qu'ils fuffent publiez pendant ma vie, affin que ny les oppofitions & controuerfes, aufquelles ils feroient peuteftre fuiets, ny mefme la reputation telle quelle, qu'ils me pourroient acquerir, ne me donnaffent aucune occafion de perdre le tems que i'ay deffein d'employer a m'inftruire. Car, bien que il foit vray que chafque homme eft obligé de procurer, autant qu'il eft en luy, le bien des autres, & que c'eft proprement ne valoir rien que de n'eftre vtile a perfonne, toutefois il eft vray auffy que nos foins fe doiuent eftendre plus loin que le tems prefent, & qu'il eft bon d'omettre les chofes qui apporteroient peuteftre quelque profit a ceux qui viuent, lorfque c'eft a deffein d'en faire d'autres qui en apportent dauantage a nos neueux. Comme, en effect, ie veux bien qu'on fçache que le peu que i'ay | appris iufques icy, n'eft prefque rien, a comparaifon de ce que i'ignore, & que ie ne defefpere pas de pouuoir apprendre; car c'eft quafi le mefme de ceux qui découurent peu a peu la verité dans les

ſciences, que de ceux qui, commençant a deuenir riches, ont moins de peine a faire de grandes acquiſitions, qu'ils n'ont eu auparauant, eſtant plus pauures, a en faire de beaucoup moindres. Ou bien on peut les comparer aux chefs d'armée, dont les forces ont couſtume de croiſtre a proportion de leurs victoires, & qui ont beſoin de plus de conduite, pour ſe maintenir aprés la perte d'vne bataille, qu'ils n'ont, aprés l'auoir gaignée, a prendre des villes & des prouinces. Car c'eſt veritablement donner des batailles, que de taſcher a vaincre toutes les difficultez & les erreurs, qui nous empeſchent de paruenir a la connoiſſance de la verité, & c'eſt en perdre vne, que de receuoir quelque fauſſe opinion, touchant vne matiere vn peu generale & importante; il faut, aprés, beaucoup plus d'adreſſe, pour ſe remettre au meſme eſtat qu'on eſtoit auparauant, qu'il ne faut a faire de grans progrés, lorſqu'on a deſia des principes qui ſont aſſurez. Pour moy, ſi i'ay cy deuant trouué quelques veritez dans les ſciences (& i'eſpere que les choſes qui ſont contenuës en ce volume feront iuger que i'en ay trouué quelques vnes), ie puis dire que ce ne ſont que des ſuites & des dependances de cinq ou ſix principales difficultez que i'ay ſurmontées, & que ie conte pour autant de batailles où i'ay eu l'heur de mon coſté. Meſme ie ne craindray pas de dire, que ie penſe n'auoir plus beſoin d'en gaigner que deux ou trois autres ſemblables, pour venir entierement a bout de mes deſſeins; et que | mon aage n'eſt point ſi auancé que, ſelon le cours ordinaire de la Nature, ie ne puiſſe encore auoir aſſez de loyſir pour cet effect.

Mais ie croy eſtre d'autant plus obligé a ménager le tems qui me reſte, que i'ay plus d'eſperance de le pouuoir bien employer ; et i'aurois ſans doute pluſieurs occaſions de le perdre, ſi ie publiois les fondemens de ma Phyſique. Car, encore qu'ils ſoient preſque tous ſi euidens, qu'il ne faut que les entendre pour les croire, & qu'il n'y en ait aucun, dont ie ne penſe pouuoir donner des demonſtrations, toutefois, a cauſe qu'il eſt impoſſible qu'ils ſoient accordans auec toutes les diuerſes opinions des autres hommes, ie preuoy que ie ſerois ſouuent diuerti par les oppoſitions qu'ils feroient naiſtre.

On peut dire que ces oppoſitions ſeroient vtiles, tant affin de me faire connoiſtre mes fautes, qu'affin que, ſi i'auois quelque choſe de bon, les autres en euſſent par ce moyen plus d'intelligence, &, comme pluſieurs peuuent plus voir qu'vn homme ſeul, que commençant des maintenant a s'en ſeruir, ils m'aydaſſent auſſy de leurs inuentions. Mais, encore que ie me reconnoiſſe extremement ſuiet a faillir, & que ie ne me fie quaſi iamais aux premieres penſées qui me vienent, toutefois l'experience que i'ay des obiections qu'on me peut faire, m'empeſche d'en eſperer aucun profit : car i'ay deſia ſouuent eſprouué les iugemens, tant de ceux que i'ay tenus pour mes amis, que de quelques autres a qui ie penſois eſtre indifferent, & meſme auſſy de quelques vns dont ie ſçauois que la malignité & l'enuie taſcheroit aſſez a découurir ce que l'affection cacheroit a mes amis ; mais il eſt | rarement arriué qu'on m'ayt obiecté quelque choſe que ie n'euſſe point du tout preueuë, ſi ce n'eſt qu'elle fuſt

fort éloignée de mon fuiet; en forte que ie n'ay quafi iamais rencontré aucun cenfeur de mes opinions, qui ne me femblaft ou moins rigoureux, ou moins equitable, que moy mefme. Et ie n'ay iamais remarqué non plus, que, par le moyen des difputes qui fe pratiquent dans les efcholes, on ait découuert aucune verité qu'on ignoraft auparauant; car, pendant que chafcun tafche de vaincre, on s'exerce bien plus a faire valoir la vrayfemblance, qu'a pefer les raifons de part & d'autre; & ceux qui ont efté long tems bons auocats, ne font pas pour cela, par aprés, meilleurs iuges.

Pour l'vtilité que les autres receuroient de la communication de mes penfées, elle ne pourroit auffy eftre fort grande, d'autant que ie ne les ay point encore conduites fi loin, qu'il ne foit befoin d'y aioufter beaucoup de chofes, auant que de les appliquer a l'vfage. Et ie penfe pouuoir dire, fans vanité, que, s'il y a quelqu'vn qui en foit capable, ce doit eftre plutoft moy qu'aucun autre : non pas qu'il ne puiffe y auoir au monde plufieurs efprits incomparablement meilleurs que le mien; mais pource qu'on ne fçauroit fi bien conceuoir vne chofe, & la rendre fiene, lorfqu'on l'apprent de quelque autre, que lorfqu'on l'inuente foy mefme. Ce qui eft fi veritable, en cete matiere, que, bien que i'aye fouuent expliqué quelques vnes de mes opinions a des perfonnes de tres bon efprit, & qui, pendant que ie leur parlois, fembloient les entendre fort diftinctement, toutefois, lorfqu'ils les ont redites, i'ay remarqué qu'ils les ont changées prefque toufiours en telle forte que ie ne les pouuois plus auouër pour mienes. A l'occafion de quoy ie fuis

bien ayſe de prier icy nos neueux, de ne croire iamais que les choſes qu'on leur dira vienent de moy, lorſque ie ne les auray point moy meſme diuulguées. Et ie ne m'eſtonne aucunement des extrauagances qu'on attribue a tous ces anciens Philoſophes, dont nous n'auons point les eſcrits, ny ne iuge pas, pour cela, que leurs penſées ayent eſté fort deraiſonnables, veu qu'ils eſtoient des meilleurs eſprits de leurs tems, mais ſeulement qu'on nous les a mal rapportées. Comme on voit auſſy que preſque iamais il n'eſt arriué qu'aucun de leurs ſectateurs les ait ſurpaſſez; et ie m'aſſure que les plus paſſionnez de ceux qui ſuiuent maintenant Ariſtote, ſe croyroient hureux, s'ils auoient autant de connoiſſance de la Nature qu'il en a eu, encore meſme que ce fuſt a condition qu'ils n'en auroient iamais dauantage. Ils ſont comme le lierre, qui ne tend point a monter plus haut que les arbres qui le ſoutienent, & meſme ſouuent qui redeſcend, aprés qu'il eſt paruenu iuſques a leur faiſte; car il me ſemble auſſy que ceux la redeſcendent, c'eſt-a-dire, ſe rendent en quelque façon moins ſçauans que s'ils s'abſtenoient d'eſtudier, leſquels, non contens de ſçauoir tout ce qui eſt intelligiblement expliqué dans leur autheur, veulent, outre cela, y trouuer la ſolution de pluſieurs difficultez, dont il ne dit rien & auſquelles il n'a peuteſtre iamais penſé. Toutefois, leur façon de philoſopher eſt fort commode, pour ceux qui n'ont que des eſprits fort mediocres; car l'obſcurité des diſtinctions & des principes dont ils ſe ſeruent, eſt cauſe qu'ils peuuent parler de tou|tes choſes auſſy hardiment que s'ils les ſçauoient, & ſouſtenir tout ce qu'ils

en diſent contre les plus ſubtiles & les plus habiles, ſans qu'on ait moyen de les conuaincre. En quoy ils me ſemblent pareils a vn aueugle, qui, pour ſe battre ſans deſauantage contre vn qui voit, l'auroit fait venir dans le fonds de quelque caue fort obſcure ; et ie puis dire que ceux cy ont intereſt que ie m'abſtiene de publier les principes de la Philoſophie dont ie me ſers : car eſtans tres ſimples & tres euidens, comme ils ſont, ie ferois quaſi le meſme, en les publiant, que ſi i'ouurois quelques feneſtres, & faiſois entrer du iour dans cete caue, ou ils ſont deſcendus pour ſe battre. Mais meſme les meilleurs eſprits n'ont pas occaſion de ſouhaiter de les connoiſtre : car, s'ils veulent ſçauoir parler de toutes choſes, & acquerir la reputation d'eſtre doctes, ils y paruiendront plus ayſement en ſe contentant de la vrayſemblance, qui peut eſtre trouuée ſans grande peine en toutes ſortes de matieres, qu'en cherchant la verité, qui ne ſe découure que peu a peu en quelques vnes, & qui, lorſqu'il eſt queſtion de parler des autres, oblige a confeſſer franchement qu'on les ignore. Que s'ils preferent la connoiſſance de quelque peu de veritez a la vanité de paroiſtre n'ignorer rien, comme ſans doute elle eſt bien preferable, & qu'il vueillent ſuiure vn deſſein ſemblable au mien, ils n'ont pas beſoin, pour cela, que ie leur die rien dauantage que ce que i'ay deſia dit en ce diſcours. Car, s'ils ſont capables de paſſer plus outre que ie n'ay fait, ils le feront auſſy, a plus forte raiſon, de trouuer d'eux meſmes tout ce que ie penſe auoir trouué. D'autant que, n'ayant iamais rien examiné que par ordre, il eſt certain | que ce qui me reſte encore a découurir, eſt

de ſoy plus difficile & plus caché, que ce que i'ay pû cy deuant rencontrer, & ils auroient bien moins de plaiſir a l'apprendre de moy que d'eux meſmes ; outre que l'habitude qu'ils acquerront, en cherchant premierement des choſes faciles, & paſſant peu a peu par degrez a d'autres plus difficiles, leur ſeruira plus que toutes mes inſtructions ne ſçauroient faire. Comme, pour moy, ie me perſuade que, ſi on m'euſt enſeigné, dés ma ieuneſſe, toutes les veritez dont i'ay cherché depuis les demonſtrations, & que ie n'euſſe eu aucune peine a les apprendre, ie n'en aurois peuteſtre iamais ſceu aucunes autres, & du moins que iamais ie n'aurois acquis l'habitude & la facilité, que ie penſe auoir, d'en trouuer touſiours de nouuelles, a meſure que ie m'applique a les chercher. Et en vn mot, s'il y a au monde quelque ouurage, qui ne puiſſe eſtre ſi bien acheué par aucun autre que par le meſme qui l'a commencé, c'eſt celuy auquel ie trauaille.

Il eſt vray que, pour ce qui eſt des experiences qui peuuent y ſeruir, vn homme ſeul ne ſçauroit ſuffire a les faire toutes ; mais il n'y ſçauroit auſſy employer vtilement d'autres mains que les ſienes, ſinon celles des artiſans, ou telles gens qu'il pourroit payer, & a qui l'eſperance du gain, qui eſt vn moyen tres efficace, feroit faire exactement toutes les choſes qu'il leur preſcriroit. Car, pour les volontaires, qui, par curioſité ou deſir d'apprendre, s'offriroient peuteſtre de luy ayder, outre qu'ils ont pour l'ordinaire plus de promeſſes que d'effect, & qu'ils ne font que de belles propoſitions dont aucune iamais ne reüſſit, ils vou-

droient infalliblement eſtre payez par l'ex|plication de quelques difficultez, ou du moins par des complimens & des entretiens inutiles, qui ne luy ſçauroient couſter ſi peu de ſon tems qu'il n'y perdiſt. Et pour les experiences que les autres ont deſia faites, quand bien meſme ils les luy voudroient communiquer, ce que ceux qui les nomment des ſecrets ne feroient iamais, elles ſont, pour la pluſpart, compoſées de tant de circonſtances, ou d'ingrediens ſuperflus, qu'il luy ſeroit tres malayſé d'en déchiffrer la verité; outre qu'il les trouueroit preſque toutes ſi mal expliquées, ou meſme ſi fauſſes, a cauſe que ceux qui les ont faites ſe ſont efforcez de les faire paroiſtre conformes a leurs principes, que, s'il y en auoit quelques vnes qui luy ſeruiſſent, elles ne pourroient derechef valoir le tems qu'il luy faudroit employer a les choiſir. De façon que, s'il y auoit au monde quelqu'vn, qu'on ſceuſt aſſurement eſtre capable de trouuer les plus grandes choſes, & les plus vtiles au public qui puiſſent eſtre, & que, pour cete cauſe, les autres hommes s'efforçaſſent, par tous moyens, de l'ayder a venir a bout de ſes deſſeins, ie ne voy pas qu'ils peuſſent autre choſe pour luy, ſinon fournir aux frais des experiences dont il auroit beſoin, & du reſte empeſcher que ſon loiſir ne luy fuſt oſté par l'importunité de perſonne. Mais, outre que ie ne preſume pas tant de moy meſme, que de vouloir rien promettre d'extraordinaire, ny ne me repais point de penſées ſi vaines, que de m'imaginer que le public ſe doiue beaucoup intereſſer en mes deſſeins, ie n'ay pas auſſy l'ame ſi baſſe, que ie vouluſſe accepter de qui que ce fuſt

aucune ſaueur, qu'on puſt croyre que ie n'aurois pas meritée.

Toutes ces conſiderations iointes enſemble furent | cauſe, il y a trois ans, que ie ne voulu point diuulguer le traité que i'auois entre les mains, & meſme que ie fus en reſolution de n'en faire voir aucun autre, pendant ma vie, qui fuſt ſi general, ny duquel on pûſt entendre les fondemens de ma Phyſique. Mais il y a eu depuis derechef deux autres raiſons, qui m'ont obligé a mettre icy quelques eſſais particuliers, & a rendre au public quelque compte de mes actions & de mes deſſeins. La premiere eſt que, ſi i'y manquois, pluſieurs, qui ont ſceu l'intention que i'auois euë cy deuant de faire imprimer quelques eſcrits, pourroient s'imaginer que les cauſes pour leſquelles ie m'en abſtiens, ſeroient plus a mon deſauantage qu'elles ne ſont. Car, bien que ie n'ayme pas la gloire par excés, ou meſme, ſi ie l'oſe dire, que ie la haïſſe, en tant que ie la iuge contraire au repos, lequel i'eſtime ſur toutes choſes, toutefois auſſy ie n'ay iamais taſché de cacher mes actions comme des crimes, ny n'ay vſé de beaucoup de precautions pour eſtre inconnu ; tant a cauſe que i'euſſe creu me faire tort, qu'a cauſe que cela m'auroit donné quelque eſpece d'inquietude, qui euſt derechef eſté contraire au parfait repos d'eſprit que ie cherche. Et pourceque, m'eſtant touſiours ainſi tenu indifferent entre le ſoin d'eſtre connu ou ne l'eſtre pas, ie n'ay pû empeſcher que ie n'acquiſſe quelque ſorte de reputation, i'ay penſé que ie deuois faire mon mieux pour m'exempter au moins de l'auoir mauuaiſe. L'autre raiſon, qui m'a obligé a eſcrire

cecy, eſt que, voyant tous les iours de plus en plus le retardement que ſouffre le deſſein que i'ay de m'inſtruire, a cauſe d'vne infinité d'experiences dont i'ay beſoin, & qu'il eſt impoſſible que ie face ſans | l'ayde d'autruy, bien que ie ne me flatte pas tant que d'eſperer que le public prene grande part en mes intereſts, toutefois ie ne veux pas auſſy me defaillir tant a moy-meſme, que de donner ſuiet a ceux qui me ſuruiuront, de me reprocher quelque iour, que i'euſſe pû leur laiſſer pluſieurs choſes beaucoup meilleures que ie n'auray fait, ſi ie n'euſſe point trop negligé de leur faire entendre en quoy ils pouuoient contribuer a mes deſſeins.

Et i'ay penſé qu'il m'eſtoit ayſé de choiſir quelques matieres, qui, ſans eſtre ſuietes a beaucoup de controuerſes, ny m'obliger a declarer dauantage de mes principes que ie ne deſire, ne lairroient pas de faire voir aſſez clairement ce que ie puis, ou ne puis pas, dans les ſciences. En quoy ie ne ſçaurois dire ſi i'ay reuſſi, & ie ne veux point preuenir les iugemens de perſonne, en parlant moy-meſme de mes eſcrits; mais ie ſeray bien ayſe qu'on les examine, & affin qu'on en ait d'autant plus d'occaſion, ie ſupplie tous ceux qui auront quelques obiections a y faire, de prendre la peine de les enuoyer a mon libraire, par lequel en eſtant auerti, ie taſcheray d'y ioindre ma reſponſe en meſme tems; & par ce moyen les lecteurs, voyant enſemble l'vn & l'autre, iugeront d'autant plus ayſement de la verité. Car ie ne promets pas d'y faire iamais de longues reſponſes, mais ſeulement d'auouër mes fautes fort franchement, ſi ie les connois, ou

bien, ſi ie ne les puis aperceuoir, de dire ſimplement ce que ie croyray eſtre requis, pour la defence des choſes que i'ay eſcrites, ſans y adiouſter l'explication d'aucune nouuelle matiere, affin de ne me pas engager ſans fin de l'vne en l'autre.

| Que ſi quelques vnes de celles dont i'ay parlé, au commencement de la Dioptrique & des Meteores, chocquent d'abord, a cauſe que ie les nomme des ſuppoſitions, & que ie ne ſemble pas auoir enuie de les prouuer, qu'on ait la patience de lire le tout auec attention, & i'eſpere qu'on s'en trouuera ſatisfait. Car il me ſemble que les raiſons s'y entreſuiuent en telle ſorte que, comme les dernieres ſont demonſtrées par les premieres, qui ſont leurs cauſes, ces premieres le ſont reciproquement par les dernieres, qui ſont leurs effets. Et on ne doit pas imaginer que ie commette en cecy la faute que les Logiciens nomment vn cercle ; car l'experience rendant la plus part de ces effets tres certains, les cauſes dont ie les deduits ne ſeruent pas tant a les prouuer qu'a les expliquer ; mais, tout au contraire, ce ſont elles qui ſont prouuées par eux. Et ie ne les ay nommées des ſuppoſitions, qu'affin qu'on ſçache que ie penſe les pouuoir deduire de ces premieres veritez que i'ay cy deſſus expliquées, mais que i'ay voulu expreſſement ne le pas faire, pour empeſcher que certains eſprits, qui s'imaginent qu'ils ſçauent en vn iour tout ce qu'vn autre a penſé en vingt années, ſi toſt qu'il leur en a ſeulement dit deux ou trois mots, & qui ſont d'autant plus ſuiets a faillir, & moins capables de la verité, qu'ils ſont plus penetrans & plus vifs, ne puiſſent de

la prendre occaſion de baſtir quelque Philoſophie extrauagante ſur ce qu'ils croyront eſtre mes principes, & qu'on m'en attribue la faute. Car, pour les opinions qui ſont toutes mienes, ie ne les excuſe point comme nouuelles, d'autant que, ſi on en conſidere bien les raiſons, ie m'aſſure qu'on les trouuera ſi ſimples, & ſi con|formes au ſens commun, qu'elles ſembleront moins extraordinaires, & moins eſtranges, qu'aucunes autres qu'on puiſſe auoir ſur meſmes ſuiets. Et ie ne me vante point auſſy d'eſtre le premier Inuenteur d'aucunes, mais bien, que ie ne les ay iamais receuës, ny pource qu'elles auoient eſté dites par d'autres, ny pource qu'elles ne l'auoient point eſté, mais ſeulement pource que la raiſon me les a perſuadées.

Que ſi les artiſans ne peuuent ſi toſt executer l'inuention qui eſt expliquée en la Dioptrique, ie ne croy pas qu'on puiſſe dire, pour cela, qu'elle ſoit mauuaiſe : car, d'autant qu'il faut de l'adreſſe & de l'habitude, pour faire & pour aiuſter les machines que i'ay deſcrites, ſans qu'il y manque aucune circonſtance, ie ne m'eſtonnerois pas moins, s'ils rencontroient du premier coup, que ſi quelqu'vn pouuoit apprendre, en vn iour, a iouer du luth excellemment, par cela ſeul qu'on luy auroit donné de la tablature qui ſeroit bonne. Et ſi i'eſcris en François, qui eſt la langue de mon païs, plutoſt qu'en Latin, qui eſt celle de mes Precepteurs, c'eſt a cauſe que i'eſpere que ceux qui ne ſe ſeruent que de leur raiſon naturelle toute pure, iugeront mieux de mes opinions, que ceux qui ne croyent qu'aux liures anciens. Et pour ceux qui ioignent le bon ſens auec l'eſtude, leſquels ſeuls ie ſouhaite pour

mes iuges, ils ne feront point, ie m'affeure, fi partiaux pour le Latin, qu'ils refufent d'entendre mes raifons, pourceque ie les explique en langue vulgaire.

Au refte, ie ne veux point parler icy, en particulier, des progrés que i'ay efperance de faire a l'auenir dans les fciences, ny m'engager enuers le public d'aucune promeffe, que ie ne fois pas affuré d'accomplir ; mais ie diray | feulement que i'ay refolu de n'employer le tems qui me refte a viure, a autre chofe qu'a tafcher d'acquerir quelque connoiffance de la Nature, qui foit telle qu'on en puiffe tirer des regles pour la Medecine, plus affurées que celles qu'on a euës iufques a prefent ; et que mon inclination m'efloigne fi fort de toute forte d'autres deffeins, principalement de ceux qui ne fçauroient eftre vtiles aux vns qu'en nuifant aux autres, que, fi quelques occafions me contraignoient de m'y employer, ie ne croy point que ie fuffe capable d'y reuffir. De quoy ie fais icy vne declaration, que ie fçay bien ne pouuoir feruir a me rendre confiderable dans le monde, mais auffy n'ay ie aucunement enuie de l'eftre ; et ie me tiendray toufiours plus obligé a ceux, par la faueur defquels ie iouiray fans empefchement de mon loifir, que ie ne ferois a ceux qui m'offriroient les plus honorables emplois de la terre.

FIN.

LA DIOPTRIQUE

LA DIOPTRIQVE

Diſcours Premier.

DE LA LVMIERE.

Toute la conduite de noſtre vie depend de nos ſens, entre leſquels celuy de la veüe eſtant le plus vniuerſel & le plus noble, il n'y a point de doute que les inuentions qui ſeruent a augmenter ſa puiſſance, ne ſoyent des plus vtiles qui puiſſent eſtre. Et il eſt malaiſé d'en trouuer aucune qui l'augmente dauantage que celle de ces merueilleuſes lunettes qui, n'eſtant en vſage que depuis peu, nous ont deſia découuert de nouueaus aſtres dans le ciel, & d'autres nouueaus obiets deſſus la terre, en plus grand nombre que ne ſont ceus que nous y auions veus auparauant : en ſorte que, portant noſtre veüe beaucoup plus loin que n'auoit couſtume d'aller l'imagination de nos peres, elles ſemblent nous auoir ouuert le chemin, pour paruenir a vne connoiſſance de la Nature beaucoup plus grande & plus parfaite qu'ils ne l'ont eue. Mais, a la honte de nos ſciences, cete inuention, ſi vtile & ſi admirable, n'a premie-

rement eſté trouuée que par l'experience & la fortune. Il y a enuiron trente ans, qu'vn nommé Iaques Metius*, de la ville d'Alcmar en Hollande, homme qui n'auoit iamais eſtudié, bien qu'il euſt vn pere & vn frere qui ont fait profeſſion des | mathematiques, mais qui prenoit particulierement plaiſir a faire des miroirs & verres bruſlans, en compoſant meſme l'hyuer auec de la glace, ainſi que l'experience a monſtré qu'on en peut faire, ayant a cete occaſion pluſieurs verres de diuerſes formes, s'auiſa par bonheur de regarder au trauers de deus, dont l'vn eſtoit vn peu plus eſpais au milieu qu'aus extremités, & l'autre au contraire beaucoup plus eſpais aus extremités qu'au milieu, & il les appliqua ſi heureuſement aus deus bouts d'vn tuyau, que la premiere des lunettes dont nous parlons, en fut compoſée. Et c'eſt ſeulement ſur ce patron, que toutes les autres qu'on a veües depuis ont eſté faites, ſans que perſonne encore, que ie ſçache, ait ſuffiſanment determiné les figures que ces verres doiuent auoir. Car, bien qu'il y ait eu depuis quantité de bons eſprits, qui ont fort cultiué cete matiere, & ont trouué a ſon occaſion pluſieurs choſes en l'Optique, qui valent mieux que ce que nous en auoient laiſſé les anciens, toutefois, a cauſe que les inuentions vn peu malayſées n'arriuent pas a leur dernier degré de perfection du premier coup, il eſt encore demeuré aſſés de difficultés en celle cy, pour me donner ſuiet d'en eſcrire. Et d'autant que l'execution des choſes que ie diray, doit dependre de l'induſtrie des artiſans, qui pour l'ordinaire n'ont point eſtudié, ie taſcheray de me rendre

intelligible a tout le monde, & de ne rien omettre, ny suppofer, qu'on doiue auoir appris des autres fciences. C'eft pourquoy ie commenceray par l'explication de la lumiere & de fes rayons; puis, ayant fait vne brieue defcription des parties de l'œil, ie diray particulierement en quelle forte fe fait la vifion; & en fuite, | ayant remarqué toutes les chofes qui font capables de la rendre plus parfaite, i'enfeigneray comment elles y peuuent eftre adiouftées par les inuentions que ie defcriray.

Or, n'ayant icy autre occafion de parler de la lumiere, que pour expliquer comment fes rayons entrent dans l'œil, & comment ils peuuent eftre détournés par les diuers cors qu'ils rencontrent, il n'eft pas befoin que i'entreprene de dire au vray quelle eft fa nature, & ie croy qu'il fuffira que ie me ferue de deus ou trois comparaifons, qui aydent a la conceuoir en la façon qui me femble la plus commode, pour expliquer toutes celles de fes proprietés que l'experience nous fait connoiftre, & pour deduire en fuite toutes les autres qui ne peuuent pas fi ayfement eftre remarquées; imitant en cecy les Aftronomes, qui, bien que leurs fuppofitions foyent prefque toutes fauffes ou incertaines, toutefois, a caufe qu'elles fe rapportent a diuerfes obferuations qu'ils ont faites, ne laiffent pas d'en tirer plufieurs confequences tres vrayes & tres affurées.

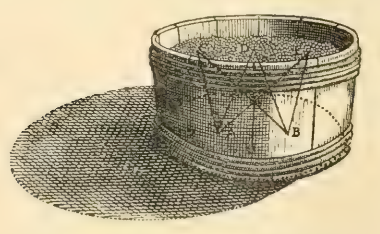
Il vous eft bien fans doute arriué quelque fois, en marchant de nuit fans flambeau, par des lieux vn peu difficiles, qu'il falloit vous ayder d'vn bafton pour vous conduire, & vous aués pour lors pû remar-

quer, que vous ſentiés, par l'entremiſe de ce baſton, les diuers obiects qui ſe rencontroyent autour de vous, & meſme que vous pouuiés diſtinguer s'il y auoit des arbres, ou des pierres, ou du ſable, ou de l'eau, ou de l'herbe, ou de la boüe, ou quelqu'autre choſe de ſemblable. Il eſt vray que cete ſorte de ſentiment eſt vn peu confuſe & obſcure, en ceus qui n'en ont pas vn long vſage; mais conſiderés la | en ceus qui, eſtant nés aueugles, s'en ſont ſeruis toute leur vie, & vous l'y trouuerés ſi parfaite & ſi exacte, qu'on pourroit quaſi dire qu'ils voyent des mains, ou que leur baſton eſt l'organe de quelque ſixieſme ſens, qui leur a eſté donné au defaut de la veüe. Et pour tirer vne comparaiſon de cecy, ie deſire que vous penſiés que la lumiere n'eſt autre choſe, dans les corps qu'on nomme lumineux, qu'vn certain mouuement, ou vne action fort promte & fort viue, qui paſſe vers nos yeux, par l'entremiſe de l'air & des autres corps tranſparens, en meſme façon que le mouuement ou la reſiſtence des corps, que rencontre cet aueugle, paſſe vers ſa main, par l'entremiſe de ſon baſton. Ce qui vous empeſchera d'abord de trouuer eſtrange, que ceſte lumiere puiſſe eſtendre ſes rayons en vn inſtant, depuis le ſoleil iuſques a nous : car vous ſçaués que l'action, dont on meut l'vn des bouts d'vn baſton, doit ainſy paſſer en vn inſtant iuſques a l'autre, & qu'elle y deuroit paſſer en meſme ſorte, encores qu'il y auroit plus de diſtance qu'il n'y en a, depuis la terre iuſques aux cieux. Vous ne trouuerés pas eſtrange non plus, que par ſon moyen nous puiſſions voir toutes ſortes de couleurs; & meſme

vous croyrés peuteftre que ces couleurs ne font autre chofe, dans les corps qu'on nomme colorés, que les diuerfes façons, dont ces corps la reçoyuent & la renuoyent contre nos yeux : fi vous confiderés que les differences, qu'vn aueugle remarque entre des arbres, des pierres, de l'eau, & chofes femblables, par l'entremife de fon bafton, ne lui femblent pas moindres que nous font celles qui font entre le rouge, le iaune, le verd, & tou|tes les autres couleurs; & toutefois que ces differences ne font autre chofe, en tous ces corps, que les diuerfes façons de mouuoir, ou de refifter aux mouuemens de ce bafton. En fuite de quoy vous aurés occafion de iuger, qu'il n'eft pas befoin de fuppofer qu'il paffe quelque chofe de materiel depuis les obiects iufques a nos yeux, pour nous faire voir les couleurs & la lumiere, ny mefme qu'il y ait rien en ces obiects, qui foit femblable aux idées ou aux fentimens que nous en auons : tout de mefme qu'il ne fort rien des corps, que fent vn aueugle, qui doiue paffer le long de fon bafton iufques a fa main, & que la refiftence ou le mouuement de ces corps, qui eft la feule caufe des fentimens qu'il en a, n'eft rien de femblable aux idées qu'il en conçoit. Et par ce moyen voftre efprit fera deliuré de toutes ces petites images voltigeantes par l'air, nommées des *efpeces intentionelles,* qui trauaillent tant l'imagination des Philofophes. Mefme vous pourrés ayfement decider la queftion, qui eft entre eux, touchant le lieu d'où vient l'action qui caufe le fentiment de la veüe : car, comme noftre aueugle peut fentir les corps qui font autour de luy, non feu-

lement par l'action de ces corps, lors qu'ils ſe meuuent contre ſon baſton, mais auſſy par celle de ſa main, lors qu'ils ne ſont que luy reſiſter; ainſy faut il auoüer que les obiects de la veüe peuuent eſtre ſentis, non ſeulement par le moyen de l'action qui, eſtant en eux, tend vers les yeux, mais auſſy par le moyen de celle qui, eſtant dans les yeux, tend vers eux. Toutefois, pour ce que cete action n'eſt autre choſe que la lumiere, il faut remarquer qu'il n'y a que ceux qui peuuent voir pendant | les tenebres de la nuit, comme les chats, dans les yeux deſquels elle ſe trouue; & que, pour l'ordinaire des hommes, ils ne voyent que par l'action qui vient des obiects : car l'experience nous monſtre que ces obiects doiuent eſtre lumineux ou illuminés pour eſtre veus, & non point nos yeux pour les voir. Mais, pour ce qu'il y a grande difference entre le baſton de cet aueugle & l'air ou les autres corps tranſparens, par l'entremiſe deſquels nous voyons, il faut que ie me ſerue encores icy d'vne autre comparaiſon.

Voyés vne cuue au temps de vendange, toute pleine de raiſins a demi foulés, & dans le fons de laquelle on ait fait vn trou ou deux, comme A & B, par où le vin doux, qu'elle contient, puiſſe couler. Puis penſés que, n'y ayant point de vuide en la Nature, ainſy que preſque tous les Philoſophes auoüent, & neantmoins y ayant pluſieurs pores en tous



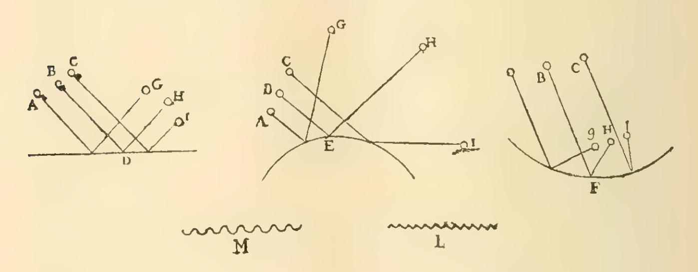
les corps que nous aperceuons autour de nous, ainſy que l'experience peut monſtrer fort clairement; il eſt neceſſaire que ces pores ſoyent remplis de quelque matiere fort ſubtile & fort fluide, qui s'eſtende ſans interruption depuis les Aſtres iuſques a nous. Or, cete matiere ſubtile eſtant comparée auec le vin de cete cu|ue, & les parties moins fluides ou plus groſſieres, tant de l'air que des autres cors tranſparens, auec les grappes de raiſins qui ſont parmi : vous entendrés facilement que, comme les parties de ce vin, qui ſont par exemple vers C, tendent a deſcendre en ligne droite par le trou A, au meſme inſtant qu'il eſt ouuert, & enſemble par le trou B, & que celles qui ſont vers D, & vers E, tendent auſſy en meſme tems a deſcendre par ces deux trous, ſans qu'aucune de ces actions ſoit empeſchée par les autres, ny auſſy par la reſiſtence des grappes qui ſont en cete cuue : nonobſtant que ces grappes, eſtant ſoutenües l'vne par l'autre, ne tendent point du tout a deſcendre par ces trous A & B, comme le vin, & meſme qu'elles puiſſent cependant eſtre meües, en pluſieurs autres façons, par ceux qui les foulent : ainſy toutes les parties de la matiere ſubtile, que touche le coſté du Soleil qui nous regarde, tendent en ligne droite vers nos yeux au meſme inſtant qu'ils ſont ouuers, ſans s'empeſcher les vnes les autres, & meſme ſans eſtre empeſchées par les parties groſſieres des cors tranſparens, qui ſont entre deux : ſoit que ces cors ſe meuuent en d'autres façons, comme l'air, qui eſt preſque touſiours agité par quelque vent; ſoit qu'ils ſoyent ſans mouuement, comme peut eſtre le verre

ou le criſtal. Et remarqués icy qu'il faut diſtinguer entre le mouuement, & l'action ou inclination a ſe mouuoir. Car on peut fort bien conceuoir que les parties du vin, qui ſont par exemple vers C, tendent vers B, & enſemble vers A, nonobſtant qu'elles ne puiſſent actuellement ſe mouuoir vers ces deus coſtés en meſme temps ; & qu'elles tendent ex|actement en ligne droite vers B & vers A, nonobſtant qu'elles ne ſe puiſſent mouuoir ſi exactement vers la ligne droite, a cauſe des grappes de raiſins qui ſont entre deus : & ainſy, penſant que ce n'eſt pas tant le mouuement, comme l'action des cors lumineus qu'il faut prendre pour leur lumiere, vous deués iuger que les rayons de cete lumiere ne ſont autre choſe, que les lignes ſuiuant leſquelles tend cete action. En ſorte qu'il y a vne infinité de tels rayons qui vienent de tous les poins des cors lumineus, vers tous les poins de ceus qu'ils illuminent, ainſy que vous pouués imaginer vne infinité de lignes droites, ſuiuant leſquelles les actions, qui vienent de tous les poins de la ſuperficie du vin CDE, tendent vers A, & vne infinité d'autres, ſuiuant leſquelles les actions, qui vienent de ces meſmes poins, tendent auſſy vers B, ſans que les vnes empeſchent les autres.

Au reſte, ces rayons doiuent bien eſtre ainſy touſiours imaginés exactement drois, lors qu'ils ne paſſent que par vn ſeul cors tranſparent, qui eſt par tout eſgal a ſoy-meſme : mais, lors qu'ils rencontrent quelques autres cors, ils ſont ſuiets a eſtre détournés par eux, ou amortis, en meſme façon que l'eſt le mouuement d'vne balle, ou d'vne pierre iettée dans

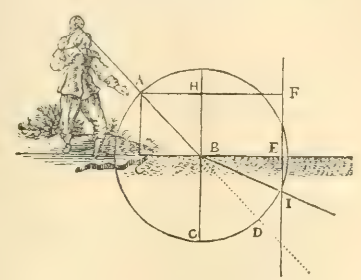
l'air, par ceux qu'elle rencontre. Car il eſt bien ayſé a croire que l'action ou inclination a ſe mouuoir, que i'ay dit deuoir eſtre priſe pour la lumiere, doit ſuiure en cecy les meſmes loys que le mouuement. Et afin que i'explique cete troiſieſme comparaiſon tout au long, conſiderés que les corps, qui peuuent ainſy eſtre rencontrés par vne balle qui paſſe dans l'air, ſont ou mous, ou durs, ou liquides ; & que, s'ils ſont mous, ils arreſtent & amortiſſent tout a fait ſon mouuement : comme lors qu'elle donne contre des toiles, ou du ſable, ou de la boüe ; au lieu que, s'ils ſont durs, ils la renuoyent d'vn auſtre coſté ſans l'arreſter ; & ce, en pluſieurs diuerſes façons. Car ou leur ſuperficie eſt toute eſgale & vnie, ou rabotteuſe & ineſgale ; & derechef, eſtant eſgale, elle eſt ou platte, ou courbée ; & eſtant ineſgale, ou ſon ineſgalité ne conſiſte qu'en ce qu'elle eſt compoſée de pluſieurs parties diuerſement courbées, dont chacune eſt en ſoy aſſés vnie ; ou bien elle conſiſte, outre cela, en ce qu'elle a pluſieurs diuers angles ou pointes, ou des parties plus dures l'vne que l'autre, ou qui ſe meuuent, & ce, auec des varietés qui peuuent eſtre imaginées en mille ſortes. Et il faut remarquer que la bale, outre ſon mouuement ſimple & ordinaire, qui la porte d'vn lieu en l'autre, en peut encores auoir vn deuxieſme, qui la fait tourner autour de ſon centre, & que la viteſſe de cetuy cy peut auoir pluſieurs diuerſes proportions auec celle de l'autre. Or, quand pluſieurs bales venant d'vn meſme coſté, rencontrent vn cors, dont la ſuperficie eſt toute vnie & eſgale, elles ſe refleſchiſſent eſgalement, & en meſme

ordre, en ſorte que, ſi cete ſuperficie eſt toute plate, elles gardent entre elles la meſme diſtance, apres l'auoir rencontrée, qu'elles auoyent auparauant; & ſi elle eſt courbée en dedans ou en dehors, elles s'approchent ou s'eſloignent en meſme ordre les vnes des autres, plus ou moins, a raiſon de cete courbure. Comme vous voyés icy les bales A, B, C, qui, apres auoir rencontré les ſuperficies des cors D, E, F, ſe refleſchiſſent vers G, H, I. Et ſi ces bales | rencontrent vne ſuperficie ineſgale, comme L ou M, elles ſe refleſ-

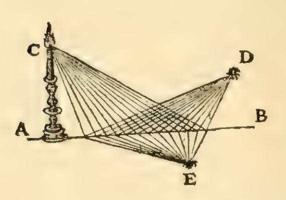


chiſſent vers diuers coſtés, chaſcune ſelon la ſituation de l'endroit de cete ſuperficie qu'elle touche. Et elles ne changent rien que cela en la façon de leur mouuement, lors que ſon ineſgalité ne conſiſte qu'en ce que ſes parties ſont courbées diuerſement. Mais elle peut auſſy conſiſter en pluſieurs autres choſes & faire, par ce moyen, que, ſi ces bales n'ont eu auparauant qu'vn ſimple mouuement droit, elles en perdent vne partie, & en acquerent au lieu vn circulaire, qui peut auoir diuerſe proportion auec ce qu'elles retienent du droit, ſelon que la ſuperficie du cors qu'elles rencontrent peut eſtre diuerſement diſpoſée. Ce que ceux

qui iouent a la paume efprouuent affés, lors que leur bale rencontre de faux quareaux, ou bien qu'ils la touchent en biaifant de leur raquette, ce qu'ils nomment, ce me femble, coupper ou frifer. Enfin, confiderés que, fi vne bale qui fe meut rencontre obliquement la fuperficie d'vn cors liquide, par lequel elle puiffe paffer plus ou moins facilement que par celuy d'où elle fort, elle fe détourne & change fon cours | en y entrant : comme, par exemple, fi eftant en l'air au point A, on la pouffe vers B, elle va bien en ligne droite depuis A iufques a B, fi ce n'eft que fa pefanteur ou quelqu'autre caufe particuliere l'en empefche ; mais, eftant au point B où ie fuppofe qu'elle rencontre la fuperficie de l'eau C B E, elle fe détourne & prend fon cours vers I, allant derechef en ligne droite depuis B iufques a I, ainfy qu'il eft ayfé a verifier par l'experience. Or il faut penfer, en mefme façon, qu'il y a des cors qui, eftant rencontrés par les rayons de la lumiere, les amortiffent, & leur oftent toute leur force, a fçauoir ceux qu'on nomme noirs, lefquels n'ont point d'autre couleur que les tenebres ; & qu'il y en a d'autres qui les font reflefchir, les vns au mefme ordre qu'ils les reçoiuent, a fçauoir ceux qui, ayant leur fuperficie toute polie, peuuent feruir de miroirs tant plats que courbés, & les autres confufement vers plufieurs coftés ; & que derechef,



entre ceux cy, les vns font reflefchir ces rayons fans aporter aucun autre changement en leur action, a fçauoir ceux qu'on nomme blancs, & les autres y aportent auec cela vn changement femblable a celuy que reçoit le mouuement d'vne balle quand on la frize, a fçauoir ceux qui font rouges, ou iaunes, ou bleus, ou de quelque autre telle couleur. Car ie penfe pouuoir determiner en quoy | confifte la nature de chacune de ces couleurs, & le faire voir par experience; mais cela paffe les bornes de mon fuiet. Et il me fuffit icy de vous auertir que les rayons, qui tombent fur les cors qui font colorés & non polis, fe reflefchiffent ordinairement de tous coftés, encore mefme qu'ils ne vienent que d'vn feul cofté : comme, encores que ceux qui tombent fur la fuperficie du cors blanc A B, ne vienent que du flambeau C, ils ne laiffent pas de fe reflefchir tellement de tous coftés, qu'en quelque lieu qu'on pofe l'œil, comme par exemple vers D, il s'en trouue toufiours plufieurs venans de chafque endroit de cete fuperficie A B, qui tendent vers luy. Et mefme, fi l'on fuppofe ce cors fort delié comme vn papier ou vne toile, en forte que le iour paffe au trauers, encores que l'œil foit d'autre cofté que le flambeau, comme vers E, il ne lairra pas de fe reflefchir vers luy quelques rayons de chacune des parties de ce cors. Enfin, confiderés que les rayons fe détournent auffy, en mefme façon qu'il a efté dit d'vne bale, quand ils rencontrent obliquement la fuperficie d'vn cors tranf-

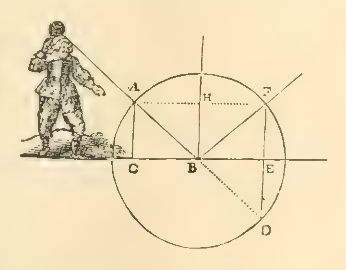


parent, par lequel ils penetrent plus ou moins facilement que par celuy d'où ils vienent, & cete façon de ſe détourner s'apelle en eux Refraction.

| DE LA REFRACTION.

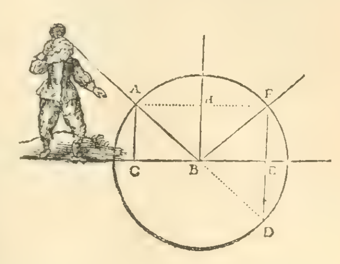
Diſcours Second.

D'autant que nous aurons beſoin cy aprés de ſçauoir exactement la quantité de cete refraction, & qu'elle peut aſſés commodement eſtre entendue par la comparaiſon dont ie viens de me ſeruir, ie croy qu'il eſt a propos que ie taſche icy tout d'vn train de l'expliquer, & que ie parle premierement de la reflexion, afin d'en rendre l'intelligence d'autant plus ayſée. Penſons donc qu'vne bale, eſtant pouſſée d'A vers B, rencontre, au point B, la ſuperficie de la terre CBE, qui, l'empeſchant de paſſer outre, eſt cauſe qu'elle ſe détourne ; & voyons vers quel coſté. Mais afin de ne nous embaraſſer point en de nouuelles difficultés, ſuppoſons que la terre eſt parfaitement platte & dure, & que la balle va touſiours d'eſgale viteſſe, tant en deſcendant qu'en remontant, ſans nous enquerir en aucune



façon de la puiſſance qui continue de la mouuoir, apres qu'elle n'eſt plus touchée de la raquette, ny conſiderer aucun effect de ſa peſanteur, ny de ſa groſſeur, ny de ſa figure. Car il n'eſt icy queſtion d'y regarder de ſi prés, & il n'y a aucune | de ces choſes qui ait lieu en l'action de la lumiere a laquelle cecy ſe doit rapporter. Seulement faut il remarquer, que la puiſſance, telle qu'elle ſoit, qui fait continuer le mouuement de cete balle, eſt differente de celle qui la determine a ſe mouuoir pluſtoſt vers vn coſté que vers vn autre, ainſy qu'il eſt tres ayſé a cognoiſtre de ce que c'eſt la force dont elle a eſté pouſſée par la raquette, de qui depend ſon mouuement, & que cete meſme force l'auroit pû faire mouuoir vers tout autre coſté, auſſy facilement que vers B, au lieu que c'eſt la ſituation de cete raquette qui la determine a tendre vers B, & qui auroit pû l'y determiner en meſme façon, encores qu'vne autre force l'auroit meue. Ce qui monſtre deſia qu'il n'eſt pas impoſſible que cete balle ſoit détournée par la rencontre de la terre, & ainſy, que la determination qu'elle auoit a tendre vers B ſoit changée, ſans qu'il y ait rien pour cela de changé en la force de ſon mouuement, puis que ce ſont deux choſes diuerſes, & par conſequent qu'on ne doit pas imaginer qu'il ſoit neceſſaire qu'elle s'areſte quelque moment au point B auant que de retourner vers F, ainſy que font pluſieurs de nos Philoſophes ; car, ſi ſon mouuement eſtoit vne foix interrompu par cet arreſt, il ne ſe trouueroit aucune cauſe, qui le fiſt par aprés recommencer. De plus, il faut remarquer que la determination a ſe mouuoir vers quelque coſté peut, auſſy

bien que le mouuement & generalement que toute autre ſorte de quantité, eſtre diuiſée entre toutes les parties deſquelles on peut imaginer qu'elle eſt compoſée; & qu'on peut ayſement imaginer que celle de la balle qui ſe meut d'A vers B eſt compoſée de deux autres, | dont l'vne la fait deſcendre de la ligne AF vers la ligne CE, & l'autre en meſme temps la fait aller de la gauche AC vers la droite FE, en ſorte que ces deux, iointes enſemble, la conduiſent iuſques a B ſuiuant la ligne droite AB. Et en ſuite il eſt ayſé a entendre, que la rencontre de la terre ne peut empeſcher que l'vne de ces deux determinations, & non point l'autre en aucune façon. Car elle doit bien empeſcher celle qui faiſoit deſcendre la balle d'AF vers CE, a cauſe qu'elle occupe tout l'eſpace qui eſt au deſſous de CE; mais pourquoy empeſcheroit elle l'autre, qui la faiſoit auancer vers la main droite, vû qu'elle ne luy eſt aucunement oppoſée en ce ſens là? Pour trouuer donc iuſtement vers quel coſté cete balle doit retourner, deſcriuons vn cercle du centre B, qui paſſe par le point A, & diſons qu'en autant de temps qu'elle aura mis a ſe mouuoir depuis A iuſques a B, elle doit infalliblement retourner depuis B iuſques a quelque point de la circonference de ce cercle, d'autant que tous les points qui ſont auſſy diſtans de cetuy cy B qu'en eſt A, ſe trouuent en cete circonference, & que nous ſuppoſons le mouue-



ment de cete balle eſtre touſiours eſgalement viſte. Puis afin de ſçauoir preciſement auquel de tous les points de cete circonference elle doit retourner, tirons trois lignes droites | AC, HB & FE perpendiculaires ſur CE, & en telle ſorte, qu'il n'y ait ni plus ni moins de diſtance entre AC & HB qu'entre HB & FE; & diſons, qu'en autant de temps que la bale a mis a s'auancer vers le coſté droit, depuis A, l'vn des poins de la ligne AC, iuſques a B, l'vn de ceux de la ligne HB, elle doit auſſy s'auancer depuis la ligne HB iuſques a quelque point de la ligne FE; car tous les poins de cete ligne FE ſont autant eſloignés de HB en ce ſens là, l'vn comme l'autre, & autant que ceux de la ligne AC, & elle eſt auſſy autant determinée a s'auancer vers ce coſté-là, qu'elle a eſté auparauant. Or eſt il qu'elle ne peut arriuer en meſme tems en quelque point de la ligne FE, & enſemble a quelque point de la circonference du cercle AFD, ſi ce n'eſt au point D, ou au point F, d'autant qu'il n'y a que ces deux, où elles s'entrecoupent l'vne l'autre; ſi bien que, la terre l'empeſchant de paſſer vers D, il faut conclure qu'elle doit aller infalliblement vers F. Et ainſy vous voyés facilement comment ſe fait la reflexion, a ſçauoir ſelon vn angle touſiours eſgal a celuy qu'on nomme l'angle d'incidence. Comme, ſi vn rayon, venant du point A, tombe au point B ſur la ſuperficie du miroir plat CBE, il ſe refleſchiſt vers F, en ſorte que l'angle de la reflexion FBE n'eſt ne plus ne moins grand que celuy de l'incidence ABC.

Venons maintenant a la Refraction. Et premiere-

ment ſuppoſons qu'vne bale, pouſſée d'A vers B, rencontre au point B, non plus la ſuperficie de la terre, mais vne toile CBE, qui ſoit ſi foible & deliée que cete bale ait la force de la rompre & de paſſer tout au trauers, en perdant ſeulement vne partie de ſa viteſſe, a ſçauoir, par exemple, la | moitié. Or cela poſé, afin de ſçauoir quel chemin elle doit ſuiure, conſiderons de rechef que ſon mouuement differe entierement de ſa determination a ſe mouuoir pluſtoſt vers vn coſté que vers vn autre, d'où il ſuit que leur quantité doit eſtre examinée ſeparement. Et conſiderons auſſy que, des deux parties dont on peut imaginer que cete determination eſt compoſée, il n'y a que celle qui faiſoit tendre la bale de haut en bas, qui puiſſe eſtre changée en quelque façon par la rencontre de la toile ; & que, pour celle qui la faiſoit tendre vers la main droite, elle doit touſiours demeurer la meſme qu'elle a eſté, a cauſe que cete toile ne luy eſt aucunement oppoſée en ce ſens là. Puis, ayant deſcrit du centre B le cercle AFD, & tiré a angles droits ſur CBE les trois lignes droites AC, HB, FE, en telle ſorte qu'il y ait deux fois autant de diſtance entre FE & HB qu'entre HB & AC, nous verrons que cete bale doit tendre vers le point I. Car, puiſqu'elle perd la moitié de ſa viteſſe, en trauerſant la toile CBE, elle doit employer deux fois autant de

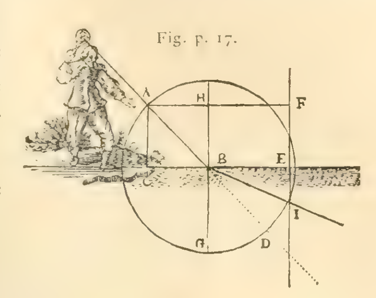
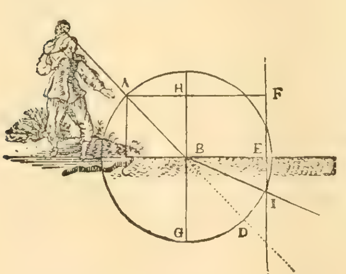


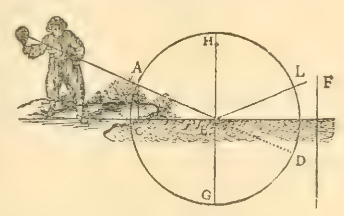
Fig. p. 17.

tems a paſſer au deſſous, depuis B iuſques a quelque point de la circonference du cercle AFD, qu'elle a fait au deſſus a venir depuis A iuſques a B. Et puis qu'elle ne perd rien du tout de la determination qu'elle auoit a s'auan|cer vers le coſté droit, en deux fois autant de tems qu'elle en a mis a paſſer depuis la ligne AC iuſques a HB, elle doit faire deux fois autant de chemin vers ce meſme coſté, & par conſequent arriuer a quelque point de la ligne droite FE, au meſme inſtant qu'elle arriue auſſi a quelque point de la circonference du cercle AFD. Ce qui feroit impoſſible, ſi elle n'alloit vers I, d'autant que c'eſt le ſeul point au-deſſous de la toile CBE, où le cercle AFD & la ligne droite FE s'entrecoupent.

Penſons maintenant que la bale qui vient d'A vers D, rencontre au point B, non plus vne toile, mais de l'eau, dont la ſuperficie CBE lui oſte iuſtement la moitié de ſa viteſſe, ainſi que faiſoit cete toile. Et le reſte poſé comme deuant, ie dis que cete bale doit paſſer de B en ligne droite, non vers D, mais vers I. Car, premierement, il eſt certain que la ſuperficie de l'eau la doit détourner vers là en meſme façon que la toile, vû qu'elle luy oſte tout autant de ſa force, & qu'elle luy eſt oppoſée en meſme ſens. Puis, pour le reſte du cors de l'eau qui rempliſt tout l'eſpace qui eſt depuis B iuſques a I, encores qu'il luy reſiſte plus

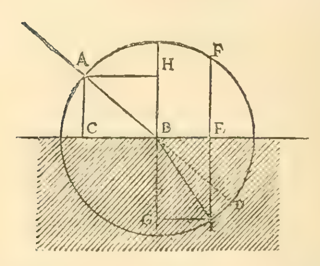


ou moins que ne faiſoit l'air que nous y ſuppoſions auparauant, ce n'eſt pas a dire pour cela qu'il doiue plus ou moins la détourner : car il ſe peut ouurir, pour luy faire paſſage, tout auſſi facilement vers vn coſté que vers vn autre, au moins ſi on ſuppoſe touſiours, comme nous faiſons, que ny la peſanteur ou legereté de cete bale, ny ſa groſſeur, ny ſa figure, ny aucune autre telle cauſe eſtrangere ne change ſon cours. Et on peut icy remarquer, qu'elle eſt d'autant plus détournee par la ſuperficie de l'eau ou de la toile, qu'elle la rencontre plus obliquement, en ſorte que, ſi elle la rencontre a angles droits, comme lors qu'elle eſt pouſſée d'H vers B, elle doit paſſer outre en ligne droite vers G, ſans aucunement ſe détourner. Mais ſi elle eſt pouſſée ſuiuant vne ligne comme AB, qui ſoit ſi fort inclinée ſur la ſuperficie de l'eau ou de la toile CBE, que la ligne FE, eſtant tirée comme tantoſt, ne coupe point le cercle AD, cete bale ne doit aucunement la penetrer, mais reiaillir de ſa ſuperficie B vers l'air L, tout de meſme que ſi elle y auoit rencontré de la terre. Ce qu'on a quelquefois experimenté auec regret, lorſque, faiſant tirer pour plaiſir des pieces d'Artillerie vers le fons d'vne riuiere, on a bleſſé ceux qui eſtoyent de l'autre coſté ſur le riuage.



Mais faiſons encore icy vne autre ſuppoſition, & penſons que la bale, ayant eſté premierement pouſſée d'A vers B, eſt pouſſée derechef, eſtant au point B,

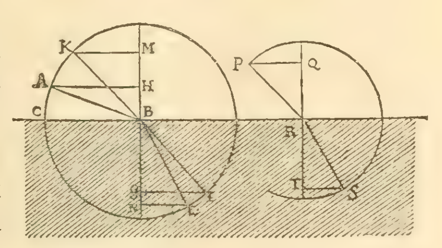
par la raquette CBE, qui augmente la force de ſon mouuement, par exemple, d'vn tiers, en ſorte qu'elle puiſſe | faire, par aprés, autant de chemin en deux momens, qu'elle en faiſoit en trois auparauant. Ce qui fera le meſme effect, que ſi elle rencontroit au point B vn cors de telle nature, qu'elle paſſaſt au trauers de ſa ſuperficie CBE, d'vn tiers plus facilement que par l'air. Et il ſuit manifeſtement de ce qui a eſté deſia demonſtré, que, ſi l'on deſcrit le cercle AD comme deuant, & les lignes AC, HB, FE, en telle ſorte qu'il y ait d'vn tiers moins de diſtance entre FE & HB qu'entre HB & AC, le point I, où la ligne droite FE & la circulaire AD s'entrecoupent, deſignera le lieu vers lequel cete bale, eſtant au point B, ſe doit détourner.



Or on peut prendre auſſi le reuers de cete concluſion & dire que, puiſque la bale qui vient d'A en ligne droite iuſques a B, ſe détourne eſtant au point B, & prend ſon cours de là vers I, cela ſignifie que la force ou facilité, dont elle entre dans le cors CBEI, eſt a celle dont elle ſort du cors ACBE, comme la diſtance qui eſt entre AC & HB, a celle qui eſt entre HB & FI, c'eſt a dire comme la ligne CB eſt a BE.

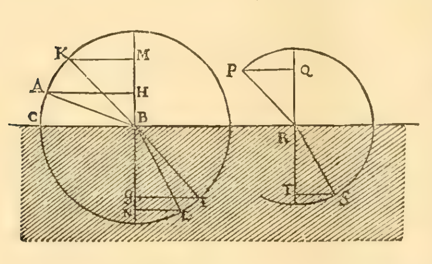
Enfin, d'autant que l'action de la lumiere ſuit en cecy les meſmes loix que le mouuement de cete bale, il faut dire que, lorſque ſes rayons paſſent obliquement | d'vn cors tranſparant dans vn autre, qui les reçoit plus ou moins facilement que le premier, ils s'y dé-

tournent en telle ſorte, qu'ils ſe trouuent touſiours moins inclinés ſur la ſuperficie de ces cors, du coſté où eſt celuy qui les reçoit le plus ayſement, que du coſté où eſt l'autre : & ce, iuſtement a proportion de ce qu'il les reçoit plus ayſement que ne fait l'autre. Seulement faut-il prendre garde que cete inclination ſe doit meſurer par la quantité des lignes droites, comme CB ou AH, & EB ou IG, & ſemblables, comparées les vnes aux autres ; non par celle des angles, tels que ſont ABH ou GBI, ny beaucoup moins par celle des ſemblables a DBI, qu'on nomme les angles de Refraction. Car la raiſon ou proportion qui eſt entre ces angles, varie a toutes les diuerſes inclinations des rayons ; au lieu que celle qui eſt entre les lignes AH & IG ou ſemblables, demeure la meſme en toutes les refractions qui ſont cauſées par les meſmes cors. Comme, par exemple, s'il paſſe vn rayon dans l'air d'A vers B, qui, rencontrant au point B la ſuperficie du verre CBR, ſe détourne vers I dans ce verre ; & qu'il en viene vn autre de K vers B, qui ſe détourne vers L ; & vn autre de P vers R, qui ſe détourne vers S ; il doit y auoir meſme proportion entre les | lignes KM & LN, ou PQ & ST, qu'entre AH & IG, mais non pas la meſme entre les angles KBM & LBN, ou PRQ & SRT, qu'entre ABH & IBG.



Si bien que vous voyés maintenant en quelle ſorte

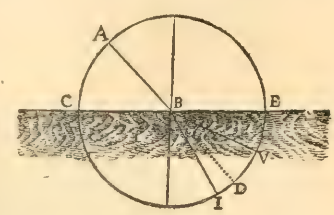
ſe doiuent meſurer les refractions ; & encores que, pour determiner leur quantité, en tant qu'elle depend de la nature particuliere des cors où elles ſe font, il ſoit beſoin d'en venir a l'experience, on ne laiſſe pas de le pouuoir faire aſſés certainement & ayſement, depuis qu'elles ſont ainſi toutes reduites ſous vne meſme meſure ; car il ſuffit de les examiner en vn ſeul rayon, pour cognoiſtre toutes celles qui ſe font en vne meſme ſuperficie, & on peut euiter toute erreur, ſi on les examine outre cela en quelques autres. Comme, ſi nous voulons ſçauoir la quantité de celles qui ſe font en la ſuperficie CBR, qui ſepare l'air AKP du verre LIS, nous n'auons qu'a l'eſprouuer en celle du rayon



ABI, en cherchant la proportion qui eſt entre les lignes AH & IG. Puis, ſi nous craignons d'auoir failli en cete experience, il faut encores l'eſprouuer en quelques autres rayons, comme KBL ou PRS, & trouuant meſme proportion de KM a LN, & de PQ a ST, que d'AH a IG, nous n'aurons plus aucune occaſion de douter de la verité.

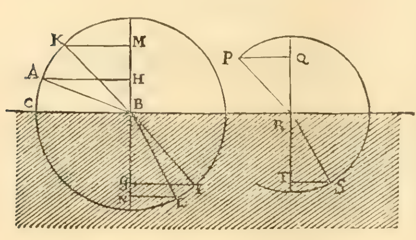
| Mais peuteſtre vous eſtonnerés vous, en faiſant ces experiences, de trouuer que les rayons de la lumiere s'inclinent plus dans l'air que dans l'eau, ſur les ſuperficies où ſe fait leur refraction, & encores plus dans l'eau que dans le verre, tout au contraire d'vne bale qui s'incline dauantage dans l'eau que dans l'air;

& ne peut aucunement paſſer dans le verre. Car, par exemple, ſi c'eſt vne bale qui, eſtant pouſſée dans l'air d'A vers B, rencontre au point B la ſuperficie de l'eau CBE, elle ſe détournera de B vers V; & ſi c'eſt vn rayon, il ira, tout au contraire, de B vers I. Ce que vous ceſſerés toutesfois de trouuer eſtrange, ſi vous vous ſouuenés de la nature que i'ay attribuée a la lumiere, quand i'ay dit qu'elle n'eſtoit autre choſe, qu'vn certain mouuement ou vne action receuë en vne matiere tres-ſubtile, qui rempliſt les pores des autres cors; & que vous conſideriés que, comme vne bale perd dauantage de ſon agitation, en donnant contre vn cors mou, que contre vn qui eſt dur, & qu'elle roule moins ayſement ſur vn tapis, que ſur vne table toute nuë, ainſi l'action de cete matiere ſubtile peut beaucoup plus eſtre empeſchée par les parties de l'air, qui, eſtant comme molles & mal iointes, ne luy font pas beaucoup de reſiſtance, que par celles de l'eau, qui luy en font dauantage; & encores plus par celles de l'eau, que par celles du verre, ou du criſtal. | En ſorte que, d'autant que les petites parties d'vn cors tranſparant ſont plus dures & plus fermes, d'autant laiſſent elles paſſer la lumiere plus ayſement: car cete lumiere n'en doit pas chaſſer aucunes hors de leurs places, ainſi qu'vne bale en doit chaſſer de celles de l'eau, pour trouuer paſſage parmy elles.

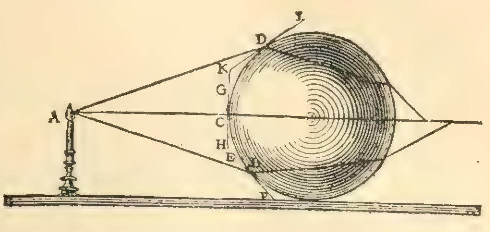


Au reſte, ſçachant ainſi la cauſe des refractions qui

ſe font dans l'eau & dans le verre, & communement en tous les autres cors tranſparans qui ſont autour de nous, on peut remarquer qu'elles y doiuent eſtre toutes ſemblables, quand les rayons ſortent de ces cors, & quand ils y entrent. Comme, ſi le rayon qui vient d'A vers B, ſe détourne de B vers I, en paſſant de l'air dans le verre, celuy qui reuiendra d'I vers B, doit auſſi ſe détourner de B vers A. Toutesfois il ſe peut trouuer d'autres cors, principalement dans le ciel, où les refractions, procedant d'autres cauſes, ne ſont pas ainſi reciproques. Et il ſe peut auſſy trouuer certains cas, auſquels les rayons ſe doiuent courber, encores qu'ils ne paſſent que par vn ſeul cors tranſparant, ainſi que ſe courbe ſouuent le mouuement d'vne bale, pource qu'elle eſt détournée vers vn coſté par ſa peſanteur, & vers vn autre par l'action dont on l'a pouſſée, ou pour diuerſes autres raiſons. Car enfin i'oſe dire que les trois comparaiſons, dont ie viens de me ſeruir, ſont ſi propres, que toutes les particularités qui s'y peuuent remarquer, ſe raportent a quelques autres qui ſe trouuent toutes ſemblables en la lumiere; mais ie n'ay taſché que d'expliquer celles qui faiſoient le plus a mon ſuiet. Et ie ne vous veux plus faire icy conſiderer autre choſe, ſinon que les ſuperficies des cors tranſparens qui ſont courbées, détournent les rayons qui paſſent par chacun de leurs



poins, en meſme ſorte que feroient les ſuperficies plattes, qu'on peut imaginer toucher ces cors aux meſmes poins. Comme, par exemple, la refraction des rayons AB, AC, AD, qui, venans du flambeau A, tombent ſur la ſuperficie courbe de la boule de criſtal BCD, doit eſtre conſiderée en meſme ſorte, que ſi AB tomboit ſur la ſuperficie plate EBF,



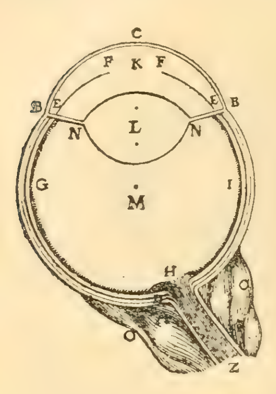
& AC ſur GCH, et AD ſur IDK, & ainſi des autres. D'où vous voyés que ces rayons ſe peuuent aſſembler ou eſcarter diuerſement, ſelon qu'ils tombent ſur des ſuperficies qui ſont courbées diuerſement. Et il eſt temps que ie commence a vous deſcrire quelle eſt la ſtructure de l'œil, afin de vous pouuoir faire entendre comment les rayons, qui entrent dedans, s'y diſpoſent pour cauſer le ſentiment de la veuë. |

DE L'ŒIL.

Diſcours Troiſieſme.

S'il eſtoit poſſible de couper l'œil par la moitié, ſans que les liqueurs dont il eſt rempli s'eſcoulaſſent, ni qu'aucune de ſes parties changeaſt de place, & que le

plan de la ſection paſſaſt iuſtement par le milieu de la prunelle, il paroiſtroit tel qu'il eſt repreſenté en cete figure. ABCB eſt vne peau aſſés dure & eſpaiſſe, qui compoſe comme vn vaze rond dans lequel toutes ſes parties interieures ſont contenues. DEF eſt vne autre peau deliée, qui eſt tendue ainſi qu'vne tapiſſerie au dedans de la precedente. ZH eſt le nerf nommé optique, qui eſt compoſé d'vn grand nombre de petits filets, dont les extremités s'eſtendent en tout l'eſpace GHI, où, ſe meſlant auec vne infinité de petites veines & arteres, elles compoſent vne eſpece de chair extremement tendre & delicate, laquelle eſt comme vne troiſieſme peau, qui couure tout le fons de la ſeconde. K, L, M ſont trois ſortes de glaires ou humeurs fort tranſparentes, qui rempliſſent tout l'eſpace contenu au dedans de ces peaux, & ont chacune la figure, en laquelle vous la voyés icy repre|ſentée. Et l'experience monſtre que celle du milieu, L, qu'on nomme l'humeur criſtaline, cauſe a peu prés meſme refraction que le verre ou le criſtal; & que les deux autres, K & M, la cauſent vn peu moindre, enuiron comme l'eau commune, en ſorte que les rayons de la lumiere paſſent plus facilement par celle du milieu que par les deux autres, & encores plus facilement par ces deux que par l'air. En la premiere peau, la partie BCB eſt tranſparente, & vn peu plus voutée que le reſte BAB. En la ſeconde, la ſuper-



ficie interieure de la partie EF, qui regarde le fons de l'œil, eſt toute noire & obſcure; & elle a au milieu vn petit trou rond FF, qui eſt ce qu'on nomme la prunelle, & qui paroiſt ſi noir au milieu de l'œil, quand on le regarde par dehors. Ce trou n'eſt pas touſiours de meſme grandeur, & la partie EF de la peau en laquelle il eſt, nageant librement en l'humeur K, qui eſt fort liquide, ſemble eſtre comme vn petit muſcle, qui ſe peut eſtrecir & eſlargir a meſure qu'on regarde des obiets plus ou moins proches, ou plus ou moins eſclairés, ou qu'on les veut voir plus ou moins diſtinctement. Et vous pourrés voir facilement l'experience de tout cecy en l'œil d'vn enfant; car ſi vous luy faites regarder fixement vn obiet proche, vous verrés que ſa prunelle deuiendra vn peu plus petite que ſi vous luy en faites regarder vn plus eſloigné, qui ne ſoit point auec cela plus eſclairé. Et derechef, qu'encores qu'il regarde touſiours le meſme obiet, il l'aura beaucoup plus petite, eſtant en vne chambre fort claire, que ſi, en fermant la pluſpart des feneſtres, on la rend fort obſcure. Et enfin que, demeurant au meſme iour, & regardant le meſme obiet, | s'il taſche d'en diſtinguer les moindres parties, ſa prunelle ſera plus petite, que s'il ne le conſidere que tout entier, & ſans attention. Et notés que ce mouuement doit eſtre appelé volontaire, nonobſtant qu'il ſoit ordinairement ignoré de ceux qui le font, car il ne laiſſe pas pour cela d'eſtre dependant & de ſuiure de la volonté qu'ils ont de bien voir; ainſi que les mouuemens des leures & de la langue, qui ſeruent a prononcer les paroles, ſe nomment volontaires, a cauſe qu'ils ſuiuent de la vo-

lonté qu'on a de parler, nonobſtant qu'on ignore ſouuent quels ils doiuent eſtre pour ſeruir a la prononciation de chaque lettre. EN, EN ſont pluſieurs petits filets noirs, qui embraſſent tout autour l'humeur marquée L, & qui, naiſſans auſſi de la ſeconde peau, en l'endroit où la troiſieſme ſe termine, ſemblent autant de petits tendons, par le moyen deſquels cete humeur L, deuenant tantoſt plus voutée, tantoſt plus platte, ſelon l'intention qu'on a de regarder des obiets proches ou eſloignés, change vn peu toute la figure du cors de l'œil. Et vous pouués cognoiſtre ce mouuement par experience : car ſi, lors que vous regardés fixement vne tour ou vne montaigne vn peu eſloignée, on preſente vn liure deuant vos yeux, vous n'y pourrés voir diſtinctement aucune lettre, iuſques a ce que leur figure ſoit vn peu changée. Enfin O, O ſont ſix ou | ſept muſcles attachés a l'œil par dehors, qui le peuuent mouuoir de tous coſtés, & meſme auſſi, peuteſtre, en le preſſant ou retirant, ayder a changer ſa figure. Ie laiſſe a deſſein pluſieurs autres particularités qui ſe remarquent en cete matiere, & dont les Anatomiſtes groſſiſſent leurs liures; car ie croy que celles que i'ay miſes icy, ſuffiront pour expliquer tout ce qui ſert a mon ſuiet, & que les autres que i'y pourrois adiouſter, n'aydant en rien voſtre intelligence, ne feroyent que diuertir voſtre attention.

DES SENS EN GENERAL.

Discours Quatriesme.

Mais il faut que ie vous die maintenant quelque chose de la nature des sens en general, afin de pouuoir d'autant plus aysement expliquer en particulier celuy de la veuë. On sçait desia assés que c'est l'ame qui sent, & non le cors : car on voit que, lorsqu'elle est diuertie par vne extase ou forte contemplation, tout le cors demeure sans sentiment, encores qu'il ait diuers obiects qui le touchent. Et on sçait que ce n'est pas proprement en tant qu'elle est dans les membres qui seruent d'organes aux sens exterieurs, qu'elle sent, mais en tant qu'elle est dans le cerueau, où elle exerce cete faculté qu'ils apellent le sens commun : car on voit des blessures & maladies qui, n'offensant que le cerueau seul, empeschent generalement tous les sens, encores que le reste du cors ne laisse point pour cela d'estre animé. En|fin on sçait que c'est par l'entremise des Nerfs, que les impressions, que font les obiets dans les membres exterieurs, paruienent iusques a l'ame dans le cerueau : car on voit diuers accidens, qui, ne nuisant a rien qu'a quelque Nerf, ostent le sentiment de toutes les parties du cors où ce Nerf enuoye ses branches, sans rien diminuer de celuy des autres. Mais, pour sçauoir plus particulierement en quelle sorte l'ame, demeurant dans le cerueau, peut

ainſi, par l'entremiſe des Nerfs, receuoir les impreſſions des obiets qui ſont au dehors, il faut diſtinguer trois choſes en ces Nerfs : a ſçauoir, premierement, les peaux qui les enuelopent, & qui, prenant leur origine de celles qui enuelopent le cerueau, ſont comme de petits tuyaux diuiſés en pluſieurs branches, qui ſe vont eſpandre çà & là par tous les membres, en meſme façon que les venes & les arteres; puis leur ſubſtance interieure, qui s'eſtend en forme de petits filets tout le long de ces tuyaux, depuis le cerueau, d'où elle prend ſon origine, iuſques aux extremités des autres membres, où elle s'attache, en ſorte qu'on peut imaginer, en chacun de ces petits tuyaux, pluſieurs de ces petits filets independans les vns des autres; puis enfin les eſprits animaux, qui ſont comme vn air ou vn vent tres-ſubtil, qui, venant des chambres ou concauités qui ſont dans le cerueau, s'eſcoule par ces meſmes tuyaux dans les muſcles. Or les Anatomiſtes & Medecins auoüent aſſés que ces trois choſes ſe trouuent dans les Nerfs; mais il ne me ſemble point qu'aucun d'eux en ait encores bien diſtingué les vſages. Car, voyant que les Nerfs ne ſeruent pas ſeulement a donner le ſentiment aux membres, mais | auſſi a les mouuoir, & qu'il y a quelquefois des paralyſies qui oſtent le mouuement, ſans oſter pour cela le ſentiment, tantoſt ils ont dit qu'il y auoit deux ſortes de Nerfs, dont les vns ne ſeruoyent que pour les ſens, & les autres que pour les mouuemens; & tantoſt, que la faculté de ſentir eſtoit dans les peaux ou membranes, & que celle de mouuoir eſtoit dans la ſubſtance interieure des Nerfs : qui ſont choſes fort repugnantes a

l'experience & a la raiſon. Car qui a iamais pû remarquer aucun Nerf, qui ſeruiſt au mouuement, ſans ſeruir auſſi a quelque ſens? Et comment, ſi c'eſtoit des peaux que le ſentiment dependiſt, les diuerſes impreſſions des obiets pourroyent elles, par le moyen de ces peaux, paruenir iuſques au cerueau? Afin donc d'euiter ces difficultés, il faut penſer que ce ſont les eſprits, qui, coulans par les Nerfs dans les Muſcles, & les enflans plus ou moins, tantoſt les vns, tantoſt les autres, ſelon les diuerſes façons que le cerueau les diſtribue, cauſent le mouuement de tous les membres; & que ce ſont les petits filets, dont la ſubſtance interieure de ces Nerfs eſt compoſée, qui ſeruent aus ſens. Et d'autant que ie n'ay point icy beſoin de parler des mouuemens, ie deſire ſeulement que vous conceuiés que ces petits filets, eſtant enfermés, comme i'ay dit, en des tuyaux qui ſont touſiours enflés & tenus ouuers par les eſprits qu'ils contienent, ne ſe preſſent ny empeſchent aucunement les vns les autres, & ſont eſtendus depuis le cerueau iuſques aux extremités de tous les membres qui ſont capables de quelque ſentiment, en telle ſorte que, pour peu qu'on touche & face mouuoir l'endroit de ces membres où quelqu'vn d'eux eſt attaché, | on fait auſſi mouuoir au meſme inſtant l'endroit du cerueau d'où il vient, ainſi que, tirant l'vn des bouts d'vne corde qui eſt toute tendue, on fait mouuoir au meſme inſtant l'autre bout. Car, ſçachant que ces filets ſont ainſi enfermés en des tuyaux, que les eſprits tienent touſiours vn peu enflés & entre ouuerts, il eſt ayſé a entendre qu'encores qu'ils fuſſent beaucoup plus deliés que ceux que filent les vers a ſoye, & plus foibles

que ceux des araignées, ils ne lairroyent pas de ſe pouuoir eſtendre depuis la teſte iuſques aux membres les plus eſloignés, ſans eſtre en aucun haſard de ſe rompre, ny que les diuerſes ſituations de ces membres empeſchaſſent leurs mouuemens. Il faut, outre cela, prendre garde a ne pas ſuppoſer que, pour ſentir, l'ame ait beſoin de contempler quelques images qui ſoyent enuoyées par les obiects iuſques au cerueau, ainſi que font communement nos Philoſophes; ou, du moins, il faut conceuoir la nature de ces images tout autrement qu'ils ne font. Car, d'autant qu'ils ne conſiderent en elles autre choſe, ſinon qu'elles doiuent auoir de la reſemblance auec les obiects qu'elles repreſentent, il leur eſt impoſſible de nous monſtrer comment elles peuuent eſtre formées par ces obiects, & receues par les organes des ſens exterieurs, & tranſmiſes par les Nerfs iuſques au cerueau. Et ils n'ont eu aucune raiſon de les ſuppoſer, ſinon que, voyant que noſtre penſée peut facilement eſtre excitée, par vn tableau, a conceuoir l'obiect qui y eſt peint, il leur a ſemblé qu'elle deuoit l'eſtre, en meſme façon, a conceuoir ceux qui touchent nos ſens, par quelques petits tableaux qui s'en formaſſent en noſtre | teſte, au lieu que nous deuons conſiderer qu'il y a pluſieurs autres choſes que des images, qui peuuent exciter noſtre penſée; comme, par exemple, les ſignes & les paroles, qui ne reſemblent en aucune façon aux choſes qu'elles ſignifient. Et ſi, pour ne nous eſloigner que le moins qu'il eſt poſſible des opinions deſia receues, nous aymons mieux auoüer que les obiets que nous ſentons, enuoyent veritablement leurs images iuſques au

dedans de noſtre cerueau, il faut au moins que nous remarquions qu'il n'y a aucunes images qui doiuent en tout reſembler aux obiets qu'elles repreſentent : car autrement il n'y auroit point de diſtinction entre l'obiet & ſon image : mais qu'il ſuffiſt qu'elles leur reſemblent en peu de choſes ; & ſouuent meſme, que leur perfection depend de ce qu'elles ne leur reſemblent pas tant qu'elles pourroyent faire. Comme vous voyés que les taille-douces, n'eſtant faites que d'vn peu d'encre poſée ça & là ſur du papier, nous repreſentent des forets, des villes, des hommes, & meſme des batailles & des tempeſtes, bien que, d'vne infinité de diuerſes qualités qu'elles nous font conceuoir en ces obiets, il n'y en ait aucune que la figure ſeule dont elles ayent proprement la reſemblance ; & encores eſt-ce vne reſemblance fort imparfaite, vû que, ſur vne ſuperficie toute plate, elles nous repreſentent des cors diuerſement releués & enfoncés, & que meſme, ſuiuant les regles de la perſpectiue, ſouuent elles repreſentent mieux des cercles par des ouales que par d'autres cercles ; & des quarrés par des lozanges que par d'autres quarrés ; & ainſi de toutes les autres figures : en ſorte que ſouuent, pour eſtre plus | parfaites en qualité d'images, & repreſenter mieux vn obiect, elles doiuent ne luy pas reſembler. Or il faut que nous penſions tout le meſme des images qui ſe forment en noſtre cerueau, & que nous remarquions qu'il eſt ſeulement queſtion de ſçauoir comment elles peuuent donner moyen a l'ame de ſentir toutes les diuerſes qualités des obiets auſquels elles ſe raportent, & non point comment elles ont en ſoy leur reſemblance. Comme,

lors que l'aueugle, dont nous auons parlé cy deſſus, touche quelques cors de ſon baſton, il eſt certain que ces cors n'enuoyent autre choſe iuſques a luy, ſinon que, faiſant mouuoir diuerſement ſon baſton ſelon les diuerſes qualités qui ſont en eux, ils meuuent par meſme moyen les nerfs de ſa main, & enſuite les endroits de ſon cerueau d'où vienent ces nerfs; ce qui donne occaſion a ſon ame de ſentir tout autant de diuerſes qualités en ces cors, qu'il ſe trouue de varietés dans les mouuemens qui ſont cauſés par eux en ſon cerueau.

|DES IMAGES QVI SE FORMENT SUR LE FONDS DE L'ŒIL.

Diſcours Cinquieſme.

Vous voyés donc aſſés que, pour ſentir, l'ame n'a pas beſoin de contempler aucunes images qui ſoyent ſemblables aux choſes qu'elle ſent; mais cela n'empeſche pas qu'il ne ſoit vray que les obiets que nous regardons, en impriment d'aſſés parfaites dans le fonds de nos yeux ; ainſi que quelques vns ont deſia tres-ingenieuſement expliqué, par la comparaiſon de celles qui paroiſſent dans vne chambre, lors que l'ayant toute fermée, reſerué vn ſeul trou, & ayant mis au deuant de ce trou vn verre en forme de len-

tille, on eſtend derriere, a certaine diſtance, vn linge blanc, ſur qui la lumiere, qui vient des obiets de dehors, forme ces images. Car ils diſent que cete chambre repreſente l'œil; ce trou, la prunelle; ce verre, l'humeur criſtaline, ou pluſtoſt toutes celles des parties de l'œil qui cauſent quelque refraction; & ce linge, la peau interieure, qui eſt compoſée des extremités du nerf optique.

Mais vous en pourrés eſtre encores plus certain, ſi, prenant l'œil d'vn homme fraiſchement mort, ou, au defaut, celuy d'vn bœuf ou de quelqu'autre gros animal, vous coupés dextrement vers le fonds les trois peaux qui l'enuelopent, en ſorte qu'vne grande partie de l'humeur M, qui y eſt, demeure découuerte, ſans qu'il |y ait rien d'elle pour cela qui ſe reſpende; puis, l'ayant recouuerte de quelque cors blanc, qui ſoit ſi delié que le iour paſſe au trauers, comme, par exemple, d'vn morceau de papier ou de la coquille d'vn œuf, RST, que vous mettiés cet œil dans le trou d'vne feneſtre fait exprés, comme Z, en ſorte qu'il ait le deuant, BCD, tourné vers quelque lieu où il y ait diuers obiets, comme V, X, Y, eſclairés par le ſoleil; & le derriere, où eſt le cors blanc RST, vers le dedans de la chambre, P, où vous ſerés, & en laquelle il ne doit entrer aucune lumiere, que celle qui pourra penetrer au trauers de cet œil, dont vous ſçaués que toutes les parties, depuis C iuſques a S, ſont tranſparentes. Car, cela fait, ſi vous regardés ſur ce cors blanc RST, vous y verrés, non peuteſtre ſans admiration & plaiſir, vne peinture, qui repreſentera fort naïuement en perſpectiue tous les obiets qui ſeront au dehors vers

VXY, au moins ſi vous faites en ſorte que cet œil

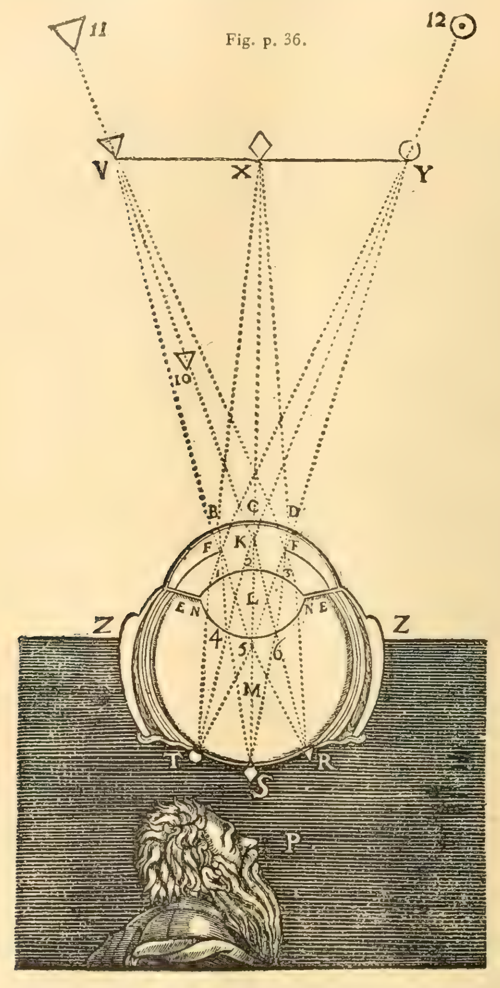


Fig. p. 36.

retiene ſa figure naturelle, proportionnée a la diſtance

de ces obiets : car, pour peu que vous le preſſiés plus ou moins que de raiſon, cete peinture en deuiendra moins diſtincte. Et il eſt a remarquer qu'on doit le preſſer vn peu dauantage, & rendre ſa figure vn peu plus longue, lors que les obiets ſont fort proches, que lors qu'ils ſont plus eſloignés. Mais il eſt beſoin que i'explique icy plus au long comment ſe forme cete peinture; car ie pourray, par meſme moyen, vous faire entendre pluſieurs choſes qui apartienent a la viſion.

Conſiderés donc, premierement, que, de chaſque point des obiets V, X, Y, il entre en cet œil autant de | rayons, qui penetrent iuſques au cors blanc RST, que l'ouuerture de la prunelle FF en peut comprendre, & que, ſuiuant ce qui a eſté dit icy deſſus, tant de la nature de la refraction que de celle des trois humeurs K, L, M, tous ceux de ces rayons, qui vienent d'vn meſme point, ſe courbent en trauerſant les trois ſuperficies BCD, 123 & 456, en la façon qui eſt requiſe pour ſe raſſembler derechef enuiron vers vn meſme point. Et il faut remarquer qu'afin que la peinture, dont il eſt icy queſtion, ſoit la plus parfaite qu'il eſt poſſible, les figures de ces trois ſuperficies doiuent eſtre telles, que tous les rayons, qui vienent de l'vn des points des obiets, ſe raſſemblent exactement en l'vn des points du cors blanc RST. Comme vous voyés icy que ceux du point X s'aſſemblent au point S; en ſuite de quoy ceux qui vienent du point V s'aſſemblent auſſi a peu prés au point R; & ceux du point Y, au point T. Et que, reciproquement, il ne vient aucun rayon vers S, que du point X; ny quaſi

aucun vers R, que du point V; ny vers T, que du point Y, & ainſi des autres. Or cela poſé, ſi vous vous ſouuenés de ce qui a eſté dit cy deſſus de la lumiere & des couleurs en general, & en particulier des cors blancs, il vous ſera facile a entendre, qu'eſtant enfermé dans la chambre P, & iettant vos yeux ſur le cors blanc RST, vous y deués voir la reſemblance des obiets V, X, Y. Car, premierement, la lumiere, c'eſt a dire le mouuement ou l'action dont le ſoleil, ou quelqu'autre des cors qu'on nomme lumineux, pouſſe vne certaine matiere fort ſubtile qui ſe trouue en tous les cors tranſpa|rents, eſtant repouſſée vers R par l'obiet V, que ie ſuppoſe, par exemple, eſtre rouge, c'eſt a dire eſtre diſpoſé a faire que les petites parties de cete matiere ſubtile, qui ont eſté ſeulement pouſſées en lignes droites par les cors lumineux, ſe meuuent auſſi en rond autour de leurs centres, aprés les auoir rencontrés*, & que leurs deux mouuemens ayent entre eux la proportion qui eſt requiſe pour faire ſentir la couleur rouge; il eſt certain que l'action de ces deux mouuemens, ayant rencontré au point R vn cors blanc, c'eſt a dire vn cors diſpoſé a la renuoyer vers tout autre coſté ſans la changer, doit de là ſe refleſchir vers vos yeux par les pores de ce cors, que i'ay ſuppoſé a cet effect fort delié, & comme percé a iour de tous coſtés, & ainſi vous faire voir le point R de couleur rouge. Puis, la lumiere eſtant auſſi repouſſée de l'obiet X, que ie ſuppoſe iaune, vers S; & d'Y, que ie ſuppoſe bleu, vers T, d'où elle eſt portée vers vos yeux; elle vous doit faire paroiſtre S de couleur iaune, & T de couleur bleuë. Et ainſi les trois poins R, S, T, paroiſſans des

mefmes couleurs, & gardans entre eux le mefme

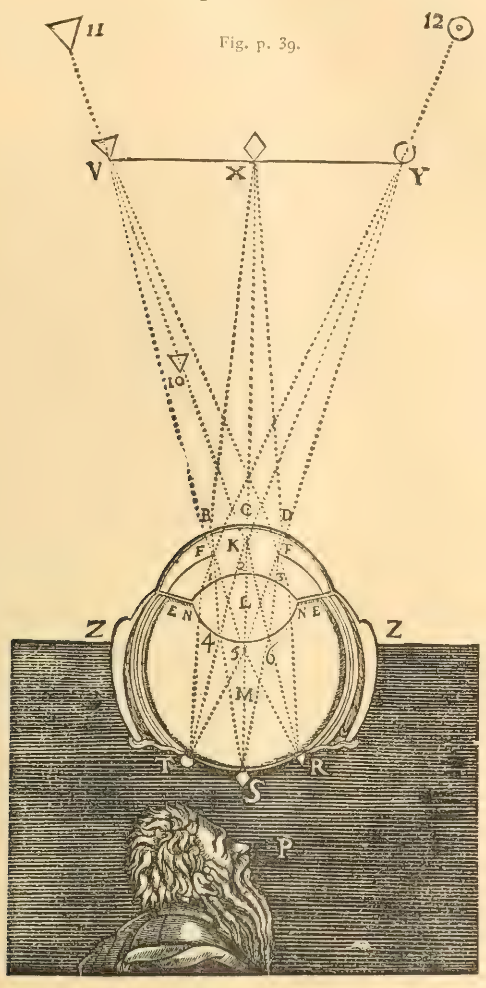


Fig. p. 39.

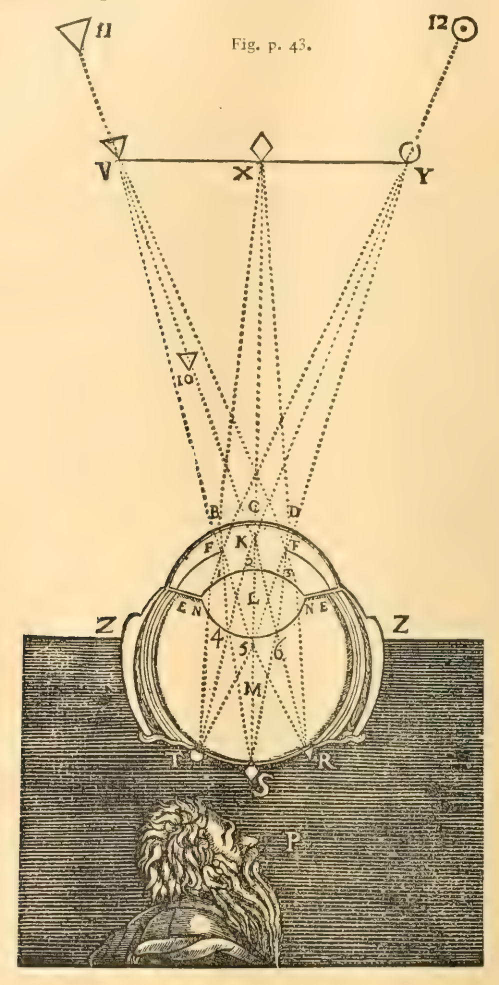
ordre que les trois V, X, Y, en ont manifeftement la

reſemblance. Et la perfection de cette peinture depend principalement de trois choſes : a ſçauoir de ce que, la prunelle de l'œil ayant quelque grandeur, il y entre pluſieurs rayons de chaſque point de l'obiet, comme icy XB14S, XC25S, XD36S, & tout autant d'autres qu'on en puiſſe imaginer entre ces trois, y vienent du ſeul point X ; & de ce que ces rayons ſouffrent dans l'œil de telles refractions, que ceux qui vienent de di|uers poins, ſe raſſemblent a peu prés en autant d'autres diuers poins ſur le cors blanc RST ; & enfin de ce que, tant les petits filets EN que le dedans de la peau EF eſtant de couleur noire, & la chambre P toute fermée & obſcure, il ne vient d'ailleurs que des obiets V, X, Y aucune lumiere qui trouble l'action de ces rayons. Car, ſi la prunelle eſtoit ſi eſtroite, qu'il ne paſſaſt qu'vn ſeul rayon de chaſque point de l'obiet vers chaſque point du cors RST, il n'auroit pas aſſés de force pour ſe refleſchir de là, dans la chambre P, vers vos yeux. Et la prunelle eſtant vn peu grande, s'il ne ſe faiſoit dans l'œil aucune refraction, les rayons qui viendroient de chaſque point des obiets, s'eſpandroyent ça & là en tout l'eſpace RST, en ſorte que, par exemple, les trois points V, X, Y enuoyeroient trois rayons vers R, qui, ſe refleſchiſſans de là tous enſemble vers vos yeux, vous feroient paroiſtre ce point R d'vne couleur moyenne entre le rouge, le iaune & le bleu, & tout ſemblable aux points S & T, vers leſquels les meſmes points V, X, Y enuoyeroient auſſi chacun vn de leurs rayons. Et il arriueroit auſſi quaſi le meſme, ſi la refraction qui ſe fait en l'œil eſtoit plus ou moins grande qu'elle ne doit, a raiſon

de la grandeur de cet œil : car, eſtant trop grande, les rayons qui viendroient, par exemple, du point X, s'aſſembleroient auant que d'eſtre paruenus iuſques a S, comme vers M ; &, au contraire, eſtant trop petite, ils ne s'aſſembleroient qu'au delà, comme vers P ; ſi bien qu'ils toucheroient le cors blanc RST en pluſieurs points, vers leſquels il viendroit auſſi d'autres rayons des autres parties de | l'obiet. Enfin, ſi les cors EN, EF n'eſtoyent noirs, c'eſt a dire diſpoſés a faire que la lumiere qui donne de contre s'y amortiſſe, les rayons qui viendroient vers eux du cors blanc RST, pourroient de là retourner, ceux de T vers S & vers R ; ceux de R, vers T & vers S ; & ceux de S, vers R & vers T : au moyen de quoy ils troubleroient l'action les vns des autres ; & le meſme feroyent auſſy les rayons qui viendroient de la chambre P vers RST, s'il y auoit quelque autre lumiere en cete chambre, que celle qu'y enuoyent les obiets V, X, Y.

Mais, aprés vous auoir parlé des perfections de cete peinture, il faut auſſi que ie vous face conſiderer ſes defauts, dont le premier & le principal eſt que, quelques figures que puiſſent auoir les parties de l'œil, il eſt impoſſible qu'elles facent que les rayons qui vienent de diuers poins, s'aſſemblent tous en autant d'autres diuers points, & que tout le mieux qu'elles puiſſent faire, c'eſt ſeulement que tous ceux qui vienent de quelque point, comme d'X, s'aſſemblent en vn autre point, comme S, dans le milieu du fonds de l'œil ; en quel cas il n'y en peut auoir que quelques vns de ceux du point V, qui s'aſſemblent iuſtement au point R, ou du point Y, qui s'aſſemblent

iuftement au point T ; & les autres s'en doiuent ef-



carter quelque peu, tout a l'entour, ainfi que i'expli-

queray cy aprés. Et cecy eſt cauſe que cete peinture n'eſt iamais ſi diſtincte vers ſes extremités qu'au milieu, comme il a eſté aſſés remarqué par ceux qui ont eſcrit de l'Optique. Car c'eſt pour cela qu'ils ont dit que la viſion ſe fait principalement ſuiuant la ligne droite, qui paſſe par les centres de l'humeur criſta-|line & de la prunelle, telle qu'eſt icy la ligne XKLS, qu'ils nomment l'aiſſieu de la viſion. Et notés que les rayons, par exemple, ceux qui vienent du point V, s'eſcartent autour du point R, d'autant plus que l'ouuerture de la prunelle eſt plus grande; & ainſi que, ſi ſa grandeur ſert a rendre les couleurs de cete peinture plus viues & plus fortes, elle empeſche en reuanche que ces figures ne ſoyent ſi diſtinctes, d'où vient qu'elle ne doit eſtre que mediocre. Notés auſſi que ces rayons s'eſcarteroient encores plus autour du point R, qu'ils ne font, ſi le point V, d'où ils vienent, eſtoit beaucoup plus proche de l'œil, comme vers 10, ou beaucoup plus eſloigné, comme vers 11, que n'eſt X, a la diſtance duquel ie ſuppoſe que la figure de l'œil eſt proportionnée; de ſorte qu'ils rendroyent la partie R de cete peinture encores moins diſtincte qu'ils ne font. Et vous entendrés facilement les demonſtrations de tout cecy, lors que vous aurés vû, cy aprés, quelles figures doiuent auoir les cors tranſparents, pour faire que les rayons qui vienent d'vn point, s'aſſemblent en quelqu'autre point, aprés les auoir trauerſés. Pour les autres defauts de cete peinture, ils conſiſtent en ce que ſes parties ſont renuerſées, c'eſt a dire en poſition toute contraire a celle des obiets; & en ce qu'elles ſont apetiſſées & racourcies,

les vnes plus, les autres moins, a raiſon de la diuerſe diſtance & ſituation des choſes qu'elles repreſentent, quaſi en meſme façon que dans vn tableau de perſpectiue. Comme vous voyés icy clairement que T, qui eſt vers le coſté gauche, repreſente Y, qui eſt vers le droit, & que R, qui eſt vers le droit, repreſente V, qui eſt vers | le gauche. Et de plus, que la figure de l'obiet V ne doit pas occuper plus d'eſpace vers R, que celle de l'obiet 10, qui eſt plus petit, mais plus proche; ny moins que celle de l'obiet 11, qui eſt plus grand, mais a proportion plus eſloigné, ſinon en tant qu'elle eſt vn peu plus diſtincte. Et enfin, que la ligne droite VXY eſt repreſentée par la courbe RST.

Or, ayant ainſi vû cete peinture dans l'œil d'vn animal mort, & en ayant conſideré les raiſons, on ne peut douter qu'il ne s'en forme vne toute ſemblable en celuy d'vn homme vif, ſur la peau interieure, en la place de laquelle nous auions ſubſtitué le cors blanc RST; & meſme qu'elle ne s'y forme beaucoup mieux, a cauſe que ſes humeurs, eſtant plaines d'eſprits, ſont plus tranſparentes, & ont plus exactement la figure qui eſt requiſe a cet effect. Et peut eſtre auſſi qu'en l'œil d'vn bœuf la figure de la prunelle, qui n'eſt pas ronde, empeſche que cete peinture n'y ſoit ſi parfaite.

On ne peut douter non plus que les images qu'on fait paroiſtre ſur vn linge blanc, dans vne chambre obſcure, ne s'y forment tout de meſme & pour la meſme raiſon qu'au fonds de l'œil; meſmes, a cauſe qu'elles y ſont ordinairement beaucoup plus grandes, & s'y forment en plus de façons, on y peut plus commo-

dement remarquer diuerſes particularités, dont ie

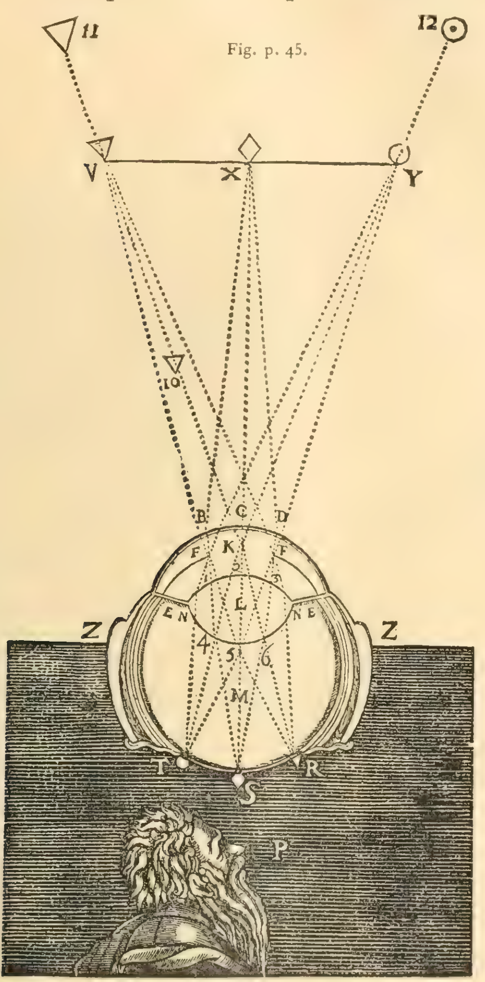
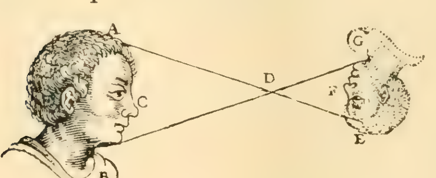


Fig. p. 45.

deſire icy vous auertir, afin que vous en faciés l'ex-

perience, ſi vous ne l'aués encores iamais faite. Voyés donc, premierement, que, ſi on ne met aucun verre au deuant du trou qu'on aura fait en cete chambre, il paroiſtra bien quelques images ſur le linge, pouruû que le trou ſoit fort eſtroit, | mais qui ſeront fort confuſes & imparfaites, & qui le ſeront d'autant plus, que ce trou ſera moins eſtroit; & qu'elles ſeront auſſi d'autant plus grandes, qu'il y aura plus de diſtance entre luy & le linge, en ſorte que leur grandeur doit auoir, a peu prés, meſme proportion auec cete diſtance, que la grandeur des obiets, qui les cauſent, auec la diſtance qui eſt entre eux & ce meſme trou. Comme il

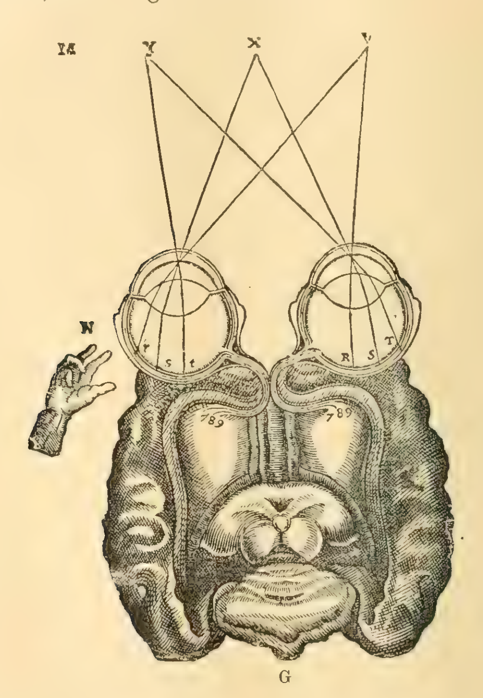


eſt euident que, ſi ACB eſt l'obiet, D le trou, & EFG l'image, EG eſt a FD comme AB eſt a CD. Puis, ayant mis vn verre en forme de lentille au deuant de ce trou, conſiderés qu'il y a certaine diſtance determinée, a laquelle tenant le linge, les images paroiſſent fort diſtinctes, & que, pour peu qu'on l'eſloigne ou qu'on l'aproche dauantage du verre, elles commencent a l'eſtre moins. Et que cete diſtance doit eſtre meſurée par l'eſpace qui eſt, non pas entre le linge & le trou, mais entre le linge & le verre : en ſorte que, ſi l'on met le verre vn peu au delà du trou de part ou d'autre, le linge en doit auſſi eſtre d'autant aproché ou reculé. Et qu'elle depend en partie de la figure de ce verre, & en partie auſſy de l'eſloignement des obiets : car, en laiſſant l'obiet en meſme lieu, moins les ſuperficies

du verre ſont courbées, plus le linge en doit eſtre eſloigné, & en ſe ſeruant du meſme verre, ſi les obiets en ſont fort proches, il en faut tenir le linge vn peu plus loin, que s'ils en ſont plus eſloignés. Et que de cete diſtance depend la grandeur des images, quaſi en meſme façon que lors qu'il n'y a point de verre au deuant du trou. Et que ce trou peut eſtre beaucoup plus grand, lors qu'on y met vn verre, que lors qu'on le laiſſe tout vuide, ſans que les images en ſoyent pour cela de beaucoup moins diſtinctes. Et que, plus il eſt grand, plus elles paroiſſent claires & illuminées : en ſorte que, ſi on couure vne partie de ce verre, elles paroiſtront bien plus obſcures qu'auparauant, mais qu'elles ne lairront pas pour cela d'occuper autant d'eſpace ſur le linge. Et que, plus ces images ſont grandes & claires, plus elles ſe voyent parfaitement : en ſorte que, ſi on pouuoit auſſi faire vn œil, dont la profondeur fuſt fort grande, & la prunelle fort large, & que les figures de celles de ſes ſuperficies qui cauſent quelque refraction, fuſſent proportionées a cete grandeur, les images s'y formeroient d'autant plus viſibles. Et que, ſi ayant deux ou pluſieurs verres en forme de lentilles, mais aſſés plats, on les ioint l'vn contre l'autre, ils auront a peu prés le meſme effect qu'auroit vn ſeul, qui ſeroit autant vouté ou conuexe qu'eux deux enſemble ; car le nombre des ſuperficies où ſe font les refractions n'y fait pas grand choſe. Mais que, ſi on eſloigne ces verres a certaines diſtances les vns des autres, le ſecond pourra redreſſer l'image que le premier aura renuerſée, & le troiſieſme la renuerſer derechef, & ainſi de ſuite. Qui ſont toutes choſes dont

les raiſons ſont fort ayſées a deduire de ce que | i'ay dit, & elles ſeront bien plus voſtres, s'il vous faut vſer d'vn peu de reflexion pour les conceuoir, que ſi vous les trouuiés icy mieux expliquées.

Au reſte, les images des obiets ne ſe forment pas



ſeulement ainſi au fonds de l'œil, mais elles paſſent encores au delà iuſques au cerueau, comme vous entendrés facilement, ſi vous penſés que, par exemple, les rayons qui | vienent dans l'œil de l'obiet V, touchent au point R l'extremité de l'vn des petits filets

du nerf optique, qui prend ſon origine de l'endroit 7 de la ſuperficie interieure du cerueau 789; & ceux de l'obiet X touchent au point S l'extremité d'vn autre de ces filets, dont le commencement eſt au point 8; & ceux de l'obiet Y en touchent vn autre au point T, qui reſpond a l'endroit du cerueau marqué 9, & ainſi des autres. Et que, la lumiere n'eſtant autre choſe qu'vn mouuement, ou vne action qui tend a cauſer quelque mouuement, ceux de ſes rayons qui vienent d'V vers R, ont la force de mouuoir tout le filet R 7, & par conſequent l'endroit du cerueau marqué 7; & ceux qui vienent d'X vers S, de mouuoir tout le nerf S 8, & meſme de le mouuoir d'autre façon que n'eſt meu R 7, a cauſe que les obiets X & V ſont de deux diuerſes couleurs; & ainſi, que ceux qui vienent d'Y, meuuent le point 9. D'où il eſt manifeſte qu'il ſe forme derechef vne peinture 789, aſſés ſemblable aux obiets V, X, Y, en la ſuperficie interieure du cerueau qui regarde ſes concauités. Et de là ie pourois encores la tranſporter iuſques a vne certaine petite glande, qui ſe trouue enuiron le milieu de ces concauités, & eſt proprement le ſiege du ſens commun. Meſme ie pourois, encores plus outre, vous monſtrer comment quelquefois elle peut paſſer de là par les arteres d'vne femme enceinte, iuſques a quelque membre determiné de l'enfant qu'elle porte en ſes entrailles, & y former ces marques d'enuie, qui cauſent tant d'admiration a tous les Doctes. |

DE LA VISION.

Diſcours Sixieſme.

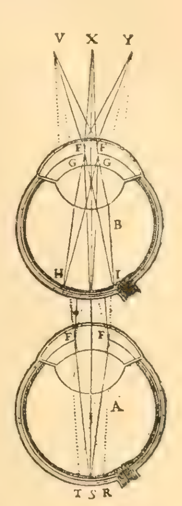
Or, encores que cete peinture, en paſſant ainſi iuſques au dedans de noſtre teſte, retiene touſiours quelque choſe de la reſemblance des obiets dont elle procede, il ne ſe faut point toutesfois perſuader, ainſi que ie vous ay deſia tantoſt aſſés fait entendre, que ce ſoit par le moyen de cete reſemblance qu'elle face que nous les ſentons, comme s'il y auoit derechef d'autres yeux en noſtre cerueau, auec leſquels nous la puſſions aperceuoir; mais pluſtoſt, que ce ſont les mouuemens par leſquels elle eſt compoſée, qui, agiſſans immediatement contre noſtre ame, d'autant qu'elle eſt vnie a noſtre cors, ſont inſtitués de la Nature pour luy faire auoir de tels ſentimens. Ce que ie vous veux icy expliquer plus en detail. Toutes les qualités que nous aperceuons dans les obiets de la veuë, peuuent eſtre reduites a ſix principales, qui ſont : la lumiere, la couleur, la ſituation, la diſtance, la grandeur, & la figure. Et premierement, touchant la lumiere & la couleur, qui ſeules apartienent proprement au ſens de la veue, il faut penſer que noſtre ame eſt de telle nature, que la force des mouuemens, qui ſe trouuent dans les endroits du cerueau d'où vienent les petits filets des nerfs optiques, luy fait auoir le ſentiment de la lumiere ; & la façon de ces

mouuemens, celuy de la couleur : ainſi que les mouuemens des nerfs qui reſpondent aux oreilles, luy font ouir les ſons ; & ceux | des nerfs de la langue luy font gouſter les ſaueurs ; &, generalement, ceux des nerfs de tout le cors luy font ſentir quelque chatouillement, quand ils ſont moderés, & quand ils ſont trop violents, quelque douleur ; ſans qu'il doiue, en tout cela, y auoir aucune reſemblance entre les idées qu'elle conçoit, & les mouuemens qui cauſent ces idées. Ce que vous croirés facilement, ſi vous remarqués qu'il ſemble a ceux qui reçoiuent quelque bleſſure dans l'œil, qu'ils voyent vne infinité de feux & d'eſclairs deuant eux, nonobſtant qu'ils ferment les yeux, ou bien qu'ils ſoyent en lieu fort obſcur ; en ſorte que ce ſentiment ne peut eſtre attribué qu'a la ſeule force du coup, laquelle meut les petits filets du nerf optique, ainſi que feroit vne violente lumiere ; & cete meſme force, touchant les oreilles, pourroit faire ouir quelque ſon ; & touchant le cors en d'autres parties, y faire ſentir de la douleur. Et cecy ſe confirme auſſy de ce que, ſi quelquefois on force ſes yeux a regarder le ſoleil, ou quelqu'autre lumiere fort viue, ils en retienent, aprés vn peu de temps, l'impreſſion en telle ſorte que, nonobſtant meſme qu'on les tiene fermés, il ſemble qu'on voye diuerſes couleurs, qui ſe changent & paſſent de l'vne a l'autre, a meſure qu'elles s'affoibliſſent : car cela ne peut proceder que de ce que les petits filets du nerf optique, ayant eſté meus extraordinairement fort, ne ſe peuuent arreſter ſitoſt que de couſtume. Mais l'agitation, qui eſt encores en eux aprés que les yeux ſont

fermés, n'eſtant plus aſſés grande pour repreſenter cete forte lumiere qui l'a cauſée, repreſente des couleurs moins viues. Et ces couleurs ſe changent en s'affoibliſ|ſant, ce qui monſtre que leur nature ne conſiſte qu'en la diuerſité du mouuement, & n'eſt point autre que ie l'ay cy deſſus ſuppoſée. Et enfin cecy ſe manifeſte de ce que les couleurs paroiſſent ſouuent en des cors tranſparens, où il eſt certain qu'il n'y a rien qui les puiſſe cauſer, que les diuerſes façons dont les rayons de la lumiere y ſont receus, comme lors que l'arc-en-ciel paroiſt dans les nuës, & encores plus clairement, lors qu'on en voit la reſemblance dans vn verre qui eſt taillé a pluſieurs faces.

Mais il faut icy particulierement conſiderer en quoy conſiſte la quantité de la lumiere qui ſe voit, c'eſt a dire, de la force dont eſt meu chacun des petits filets du nerf optique : car elle n'eſt pas touſiours eſgale a la lumiere qui eſt dans les obiets, mais elle varie a raiſon de leur diſtance & de la grandeur de la prunelle, & auſſy a raiſon de l'eſpace que les rayons, qui vienent de chaſque point de l'obiet, peuuent occuper au fonds de l'œil. Comme, par exemple, il eſt manifeſte que le point X enuoyeroit plus de rayons dans l'œil B qu'il ne fait, ſi la prunelle FF eſtoit ouuerte iuſques a G; & qu'il en enuoye tout autant en cet œil B qui eſt proche de luy, & dont la prunelle eſt fort eſtroitte, qu'il fait en l'œil A, dont la prunelle eſt beaucoup plus grande, mais qui eſt a proportion plus eſloigné. Et encores qu'il n'entre pas plus de rayons des diuers points de l'ob-

iet VXY, conſiderés tous enſemble, dans le fonds de l'œil A que dans celuy de l'œil B, toutesfois, pour ce que ces rayons ne s'y eſtendent qu'en l'eſpace TR, qui eſt plus petit que n'eſt HI, dans lequel ils s'eſtendent au fonds de l'œil B, ils y doi|uent agir auec plus de force contre chacune des extremités du nerf optique qu'ils y touchent : ce qui eſt fort aiſé a calculer.



Car, ſi, par exemple, l'eſpace HI eſt quadruple de TR, & qu'il contiene les extremités de quatre mille des petits filets du nerf optique, TR ne contiendra que celles de mille, & par conſequent chacun de ces petits filets ſera meu, dans le fonds de l'œil A, par la milliefme partie des forces qu'ont tous les rayons qui y entrent, iointes enſemble, &, dans le fonds de l'œil B, par le quart de la milliefme partie ſeulement. Il faut auſſy conſiderer qu'on ne peut diſcerner les parties des cors qu'on regarde, qu'en tant qu'elles different en quelque façon de couleur; & que la viſion diſtincte de ces couleurs ne depend pas ſeulement de ce que tous les rayons, qui vienent de chaſque point de l'obiet, ſe raſſemblent a peu prés en autant d'autres diuers poins au fonds de l'œil, & de ce qu'il n'en vient aucuns autres d'ailleurs vers ces meſmes poins, ainſi qu'il a eſté tantoſt amplement expliqué ; mais auſſy de la multitude des petits filets du nerf optique, qui | ſont en l'eſpace qu'occupe l'image au fonds de l'œil. Car, ſi, par exemple, l'obiet VXY eſt

composé de dix mille parties, qui ſoyent diſpoſées a enuoyer des rayons vers le fonds de l'œil RST, en dix mille façons differentes, & par conſequent a faire voir en meſme temps dix mille couleurs, elles n'en pourront neantmoins faire diſtinguer a l'ame que mille tout au plus, ſi nous ſuppoſons qu'il n'y ait que mille des filets du nerf optique en l'eſpace RST; d'autant que dix des parties de l'obiet, agiſſant enſemble contre chacun de ces filets, ne le peuuent mouuoir que d'vne ſeule façon, compoſée de toutes celles dont elles agiſſent, en ſorte que l'eſpace qu'occupe chacun de ces filets ne doit eſtre conſideré que comme vn point. Et c'eſt ce qui fait que ſouuent vne prairie, qui ſera peinte d'vne infinité de couleurs toutes diuerſes, ne paroiſtra de loin que toute blanche, ou toute bleuë; &, generalement, que tous les cors ſe voyent moins diſtinctement de loin que de prés; & enfin que, plus on peut faire que l'image d'vn meſme obiet occupe d'eſpace au fonds de l'œil, plus il peut eſtre vû diſtinctement. Ce qui ſera cy aprés fort a remarquer.

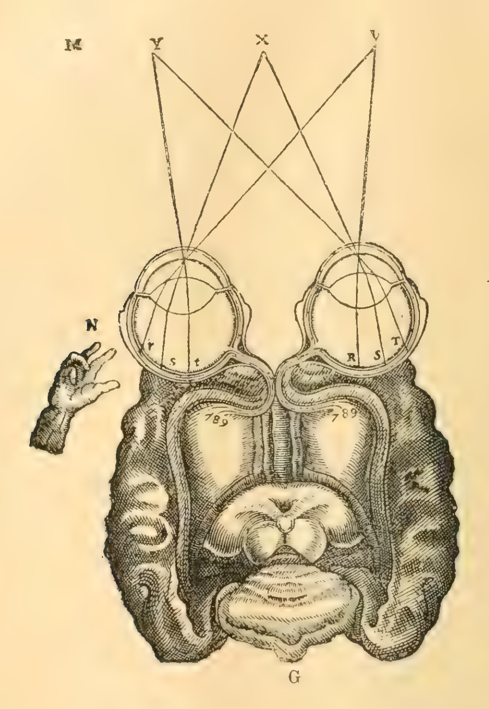
Pour la ſituation, c'eſt a dire le coſté vers lequel eſt poſée chaſque partie de l'obiet au reſpect de noſtre cors, nous ne l'aperceuons pas autrement par l'entremiſe de nos yeux que par celle de nos mains; & ſa cognoiſſance ne depend d'aucune image, ny d'aucune action qui viene de l'obiet, mais ſeulement de la ſituation des petites parties du cerueau d'où les nerfs | prenent leur origine. Car cete ſituation, ſe changeant tant ſoit peu, a chaſque fois que ſe change celle des membres où ces nerfs ſont inſerés, eſt in-

ſtituée de la Nature pour ſaire, non ſeulement que l'ame cognoiſſe en quel endroit eſt chaſque partie du cors qu'elle anime, au reſpect de toutes les autres; mais auſſy qu'elle puiſſe transferer de là ſon attention a tous les lieux contenus dans les lignes droites qu'on peut imaginer eſtre tirées de l'extremité de chacune de ces parties, & prolongées a l'infini. Comme, lors que l'aueugle, dont nous auons deſia tant parlé cy deſſus, tourne ſa main A vers E, ou C auſſy vers E, les nerſs inſerés en cete main cauſent vn certain changement en ſon cerueau, qui donne moyen a ſon ame de connoiſtre, non ſeulement le lieu A ou C, mais auſſy tous les autres qui ſont en la ligne droite AE ou CE, en ſorte qu'elle peut porter ſon attention iuſques aux obiets B & D, & determiner les lieux où ils ſont, ſans connoiſtre pour cela ny penſer aucunement a ceux où ſont ſes deux mains.



Et ainſi, lors que noſtre œil ou noſtre teſte ſe tournent vers quelque coſté, noſtre ame en eſt auertie par le changement que les nerſs inſerés dans les muſcles, qui ſeruent a ces mouuemens, cauſent en noſtre cerueau. Comme icy, en l'œil RST, il ſaut penſer que la ſituation du petit filet du nerſ optique, qui eſt au point R, ou S, ou T, eſt ſuiuie d'vne autre certaine ſituation de la partie du cerueau 7, ou 8, ou 9, qui fait que l'ame peut | connoiſtre tous les lieux qui ſont en la ligne RV, ou SX, ou TY. De façon que vous ne deués pas trouuer eſtrange que les obiets puiſſent eſtre veus en leur vraye ſituation,

nonobſtant que la peinture, qu'ils impriment dans



l'œil, en ait vne toute contraire : ainſi que noſtre aueugle peut ſentir en meſme temps l'obiet B, qui eſt a droite, par l'entremiſe de ſa main gauche ; & D, qui eſt a gauche, par l'entremiſe de ſa main droite. Et comme cet aueugle ne iuge point qu'vn cors ſoit double, encore qu'il le touche de ſes deux mains, ainſi, lors que nos yeux ſont tous deux diſpoſés en la



façon qui eſt requiſe pour porter noſtre attention vers vn meſme lieu, ils ne nous y doiuent faire voir qu'vn ſeul obiet, nonobſtant qu'il s'en forme en chaſcun d'eux vne peinture.

La viſion de la diſtance ne depend, non plus que celle de la ſituation, d'aucunes images enuoyées des obiets, mais, premierement, de la figure du cors de l'œil; car, comme nous auons dit, cete figure doit eſtre vn peu autre, pour nous faire voir ce qui eſt proche de nos yeux, que pour nous faire voir ce qui en eſt plus eſloigné, & a meſure que nous la changeons pour la proportionner a la diſtance des obiets, nous changeons auſſy certaine partie de noſtre cerueau, d'vne façon qui eſt inſtituée de la Nature pour faire aperceuoir a noſtre ame cete diſtance. Et cecy nous arriue ordinairement ſans que nous y facions de reflexion ; tout de meſme que, lors que nous ſerrons quelque cors de noſtre main, nous la conformons a la groſſeur & a la figure de ce cors, & le ſentons par ſon moyen, ſans qu'il ſoit beſoin pour cela que nous penſions a ſes mouuemens. Nous cognoiſſons, en ſecond lieu, la diſtance par le rapport qu'ont les deux yeux l'vn a l'autre. Car, comme noſtre aueugle, tenant les deux baſtons AE, CE, dont ie ſuppoſe qu'il ignore la longueur, & ſçachant ſeulement l'interuale qui eſt en|tre ſes deux mains A & C, & la grandeur des angles ACE, CAE, peut de là, comme par vne Geometrie naturelle, cognoiſtre où eſt le point E; ainſi, quand nos deux yeux, RST & *rst*, ſont tournés vers X, la grandeur de la ligne S*s*, & celle des deux angles XS*s* & X*s*S, nous font ſçauoir où eſt le point X.

Nous pouuons auſſy le meſme par l'aide d'vn œil ſeul, en luy fai|ſant changer de place :[a] comme, ſi, le tenant tourné vers X, nous le mettons premierement au point S & incontinent aprés au point *s*, cela ſuffira pour faire que la grandeur de la ligne S*s* & des deux angles XS*s* & X*s*S ſe trouuent enſemble en noſtre fantaiſie, & nous facent aperceuoir la diſtance du point X : & ce, par vne action de la penſée, qui, n'eſtant qu'vne imagination toute ſimple, ne laiſſe point d'enueloper en ſoy vn raiſonnement tout ſemblable a celuy que font les Arpenteurs, lors que, par le moyen de deux differentes ſtations, ils meſurent les lieux inacceſſibles. Nous auons encores vne autre façon d'aperceuoir la diſtance, a ſçauoir par la diſtinction ou confuſion de la figure, & enſemble par la force ou debilité de la lumiere. Comme, pendant que nous regardons fixement vers X, les rayons qui vienent des obiets 10 & 12, ne s'aſſemblent pas ſi exactement vers R & vers T, au fonds de noſtre œil, que ſi ces obiets eſtoyent aux points V & Y ; d'où nous voyons qu'ils ſont plus eſloignés, ou plus proches de nous, que n'eſt X. Puis, de ce que la lumiere, qui vient de l'obiet 10 vers noſtre œil, eſt plus forte que ſi cet obiet eſtoit vers V, nous le iugeons eſtre plus proche ; & de ce que celle qui vient de l'obiet 12, eſt plus foible que s'il eſtoit vers Y, nous le iugeons plus eſloigné. Enfin, quand nous imaginons deſia d'ailleurs la grandeur d'vn obiet, ou ſa ſituation, ou la diſtinction de ſa figure & de ſes couleurs, ou ſeulement la force de la lumiere qui vient de luy, cela nous peut ſeruir, non pas pro-

a. Voir, page 136, la figure de la page 59 de l'édition *princeps*.

prement a voir, mais a imaginer ſa diſtance. Comme,

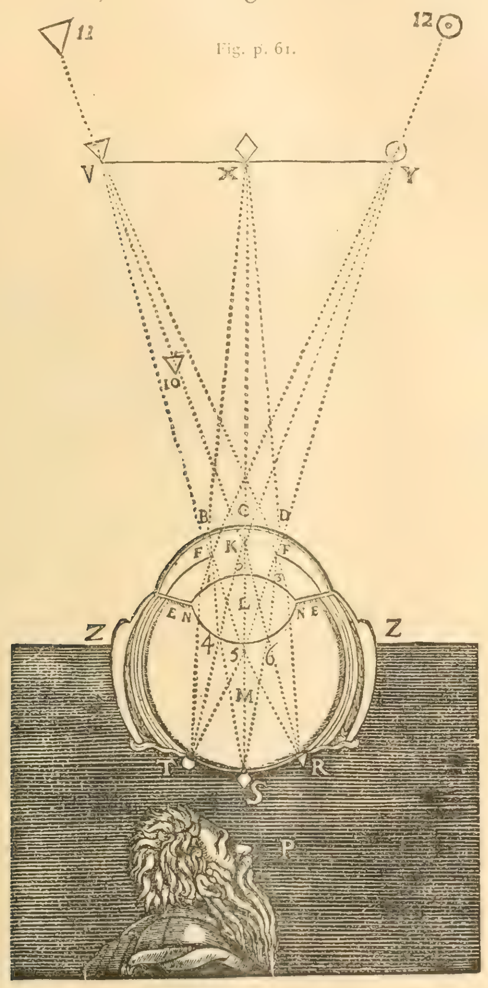


Fig. p. 61.

regardant de loin quelque cors, que nous auons ac-

couſtumé de|voir de prés, nous en iugeons bien mieux l'eſloignement, que nous ne ferions ſi ſa grandeur nous eſtoit moins connuë. Et regardant vne montaigne expoſée au ſoleil, au delà d'vne foreſt couuerte d'ombre, ce n'eſt que la ſituation de cete foreſt, qui nous la fait iuger la plus proche. Et regardant ſur mer deux vaiſſeaux, dont l'vn ſoit plus petit que l'autre, mais plus proche a proportion, en ſorte qu'ils paroiſſent eſgaux, nous pourrons, par la difference de leurs figures & de leurs couleurs & de la lumiere qu'ils enuoyent vers nous, iuger lequel ſera le plus loin.

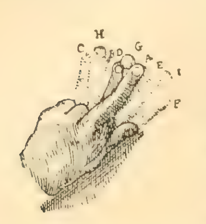
Au reſte, pour la façon dont nous voyons la grandeur & la figure des obiets, ie n'ay pas beſoin d'en rien dire de particulier, d'autant qu'elle eſt toute compriſe en celle dont nous voyons la diſtance & la ſituation de leurs parties. A ſçauoir, leur grandeur s'eſtime par la connoiſſance, ou l'opinion, qu'on a de leur diſtance, comparée auec la grandeur des images qu'ils impriment au fonds de l'œil ; & non pas abſolument par la grandeur de ces images, ainſi qu'il eſt aſſés manifeſte de ce que, encore qu'elles ſoyent, par exemple, cent fois plus grandes, lors que les obiets ſont fort proches de nous, que lors qu'ils en ſont dix fois plus eſloignés, elles ne nous les font point voir pour cela cent fois plus grands, mais preſque eſgaux, au moins ſi leur diſtance ne nous trompe. Et il eſt manifeſte auſſy que la figure ſe iuge par la cognoiſſance, ou opinion, qu'on a de la ſituation des diuerſes parties des obiets, & non par la reſemblance des peintures qui ſont dans l'œil : car ces peintures ne contienent ordinairement que des ouales & des lo-

zanges, lors qu'el|les nous font voir des cercles & des quarrés.

Mais, afin que vous ne puiſſiés aucunement douter que la viſion ne ſe face ainſi que ie l'ai expliquée, ie vous veux faire encore icy conſiderer les raiſons pourquoy il arriue quelquefois qu'elle nous trompe. Premierement, a cauſe que c'eſt l'ame qui voit, & non pas l'œil, & qu'elle ne void immediatement que par l'entremiſe du cerueau, de là vient que les frenetiques, & ceux qui dorment, voyent ſouuent, ou penſent voir, diuers obiets qui ne ſont point pour cela deuant leurs yeux : a ſçauoir, quand quelques vapeurs, remuant leur cerueau, diſpoſent celles de ſes parties qui ont couſtume de ſeruir a la viſion, en meſme façon que feroyent ces obiets, s'ils eſtoyent preſens. Puis, a cauſe que les impreſſions, qui vienent de dehors, paſſent vers le ſens commun par l'entremiſe des nerfs, ſi la ſituation de ces nerfs eſt contrainte par quelque cauſe extrordinaire, elle peut faire voir les obiets en d'autres lieux qu'ils ne ſont. Comme[a], ſi l'œil *rst*, eſtant diſpoſé de ſoy a regarder vers X, eſt contraint par le doigt N a ſe tourner vers M, les parties du cerueau d'où vienent ſes nerfs*, ne ſe diſpoſent pas tout a fait en meſme ſorte que ſi c'eſtoyent ſes muſcles qui le tournaſſent vers M ; ny auſſy en meſme ſorte que s'il regardoit veritablement vers X ; mais d'vne façon moyenne entre ces deux, a ſçauoir, comme s'il regardoit vers Y ; & ainſi l'obiet M paroiſtra au lieu où eſt Y, par l'entremiſe de cet œil, & Y au lieu où eſt X, & X au lieu où eſt V, & ces obiets paroiſſans auſſy

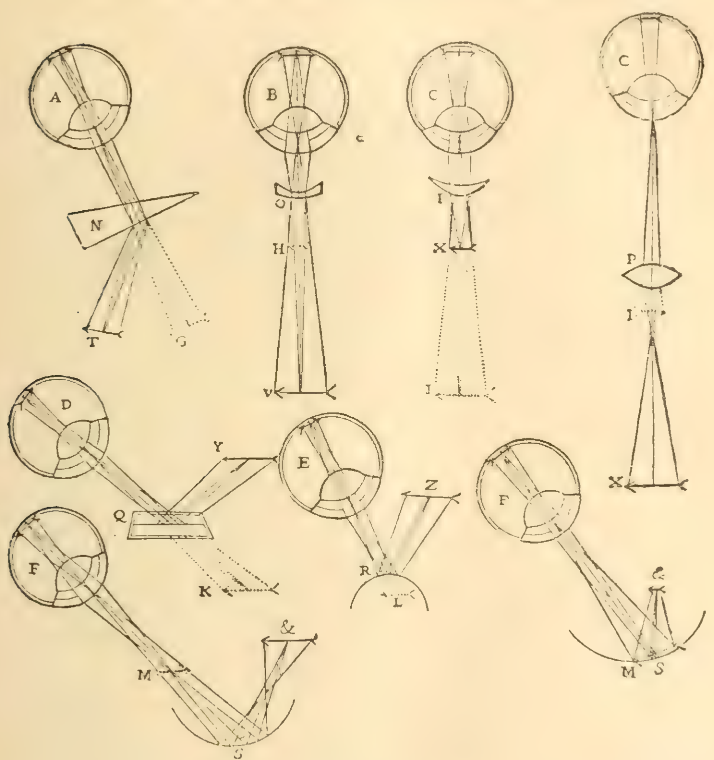
a. « Voyés la figure en la page 59. » (P. 136 de cette édition.)

en meſme temps en leurs vrais lieux, par l'entremiſe de l'autre œil RST, ils ſembleront doubles. En meſme façon que, touchant la | petite boule G des deux doigts A & D croiſés l'vn ſur l'autre, on en penſe toucher deux; a cauſe que, pendant que ces doigts ſe retienent l'vn l'autre ainſi croiſés, les muſcles de chacun d'eux tendent a les eſcarter, A vers C, & D vers F; au moyen de quoy les parties du cerueau d'où vienent les nerfs qui ſont inſerés en ces muſcles, ſe trouuent diſpoſées en la façon qui eſt requiſe pour faire qu'ils ſemblent eſtre, A vers B, & D vers E, & par conſequent y toucher deux diuerſes boules, H & I. De plus, a cauſe que nous ſommes accouſtumés de iuger que les impreſſions qui meuuent noſtre veuë, vienent des lieux vers leſquels nous deuons regarder pour les ſentir, quand il arriue qu'elles vienent d'ailleurs, nous y pouuons facilement eſtre trompés. Comme ceux qui ont les yeux infectés de la iauniſſe, ou bien qui regardent au trauers d'vn verre iaune, ou qui ſont enfermés dans vne chambre où il n'entre aucune lumiere que par de tels verres, attribuent cete couleur a tous les cors qu'ils regardent. Et celuy qui eſt dans la chambre obſcure que i'ay tantoſt deſcrite[a], attribue au cors blanc RST les couleurs des obiets V, X, Y, a cauſe que c'eſt ſeulement vers luy qu'il dreſſe ſa veuë. Et les yeux A, B, C, D, E, F, voyans les obiets T, V, X, Y, Z, &, au trauers des verres N, O, P, & dans les miroirs Q, R, S, les iugent eſtre aux points G, H, I, K, L, M; &



a. « Voyés la figure en la page 61. » (P. 139 ci-avant.)

V,Z eſtre plus petits, & X, & plus grands qu'ils ne ſont : ou bien auſſy X, & plus petits & auec cela renuerſés, a ſçauoir, lors qu'ils ſont vn peu loin des yeux C,F, d'autant que ces verres & ces | miroirs détournent les rayons qui vienent de ces obiets, en telle



ſorte que ces yeus ne les peuuent voir diſtinctement, qu'en ſe diſpoſant comme ils doiuent eſtre pour regarder vers les points G,H,I,K,L,M, ainſi que | connoiſtront facilement ceux qui prendront la peine de

l'examiner. Et ils verront, par meſme moyen, combien les anciens ſe ſont abuſés en leur Catoptrique, lors qu'ils ont voulu determiner le lieu des images dans les miroirs creux & conuexes. Il eſt auſſy a remarquer que tous les moyens qu'on a pour connoiſtre la diſtance, ſont fort incertains : car, quant a la figure de l'œil, elle ne varie quaſi plus ſenſiblement, lors que l'obiet eſt a plus de quatre ou cinq pieds loin de luy, & meſme elle varie ſi peu lors qu'il eſt plus proche, qu'on n'en peut tirer aucune connoiſſance bien preciſe. Et pour les angles compris entre les lignes tirées des deus yeux l'vn a l'autre & de là vers l'obiet, ou de deus ſtations d'vn meſme obiet, ils ne varient auſſy preſque plus, lors qu'on regarde tant ſoit peu loin. En ſuite de quoy noſtre ſens commun meſme ne ſemble pas eſtre capable de receuoir en ſoy l'idée d'vne diſtance plus grande qu'enuiron de cent ou deus cens pieds, ainſi qu'il ſe peut verifier de ce que la lune & le ſoleil, qui ſont du nombre des cors les plus eſloignés que nous puiſſions voir, & dont les diametres ſont a leur diſtance a peu prés comme vn a cent, n'ont couſtume de nous paroiſtre que d'vn ou deus pieds de diametre tout au plus, nonobſtant que nous ſçachions aſſés, par raiſon, qu'ils ſont extremement grands & extremement eſloignés. Car cela ne nous arriue pas faute de les pouuoir conceuoir plus grands que nous ne faiſons, vû que nous conceuons bien des tours & des montaignes beaucoup plus grandes, mais pour ce que, ne les pouuant conceuoir plus eſloignés que de cent ou deus cens pieds, il ſuit de là que leur diametre ne nous doit | paroiſtre que d'vn ou de deus

pieds. En quoy la ſituation ayde auſſy a nous tromper; car ordinairement ces Aſtres ſemblent plus petits, lors qu'ils ſont fort hauts vers le midy, que lors que, ſe leuant ou ſe couchant, il ſe trouue diuers obiets entre eus & nos yeus, qui nous ſont mieus remarquer leur diſtance. Et les Aſtronomes eſprouuent aſſés, en les meſurant auec leurs inſtrumens, que ce qu'ils paroiſſent ainſi plus grands vne fois que l'autre, ne vient point de ce qu'ils ſe voyent ſous vn plus grand angle, mais de ce qu'ils ſe iugent plus eſloignés; d'où il ſuit que l'axiome de l'anciene Optique, qui dit que la grandeur apparente des obiets eſt proportionnée a celle de l'angle de la viſion, n'eſt pas touſiours vray. On ſe trompe auſſy en ce que les cors blancs ou lumineus, & generalement tous ceus qui ont beaucoup de force pour mouuoir le ſens de la veuë, paroiſſent touſiours quelque peu plus proches & plus grands qu'ils ne ſeroient, s'ils en auoient moins. Or la raiſon qui les fait paroiſtre plus proches, eſt que le mouuement dont la prunelle s'eſtreciſt pour euiter la force de leur lumiere, eſt tellement ioint auec celuy qui diſpoſe tout l'œil a voir diſtinctement les obiets proches, & par lequel on iuge de leur diſtance, que l'vn ne ſe peut gueres faire, ſans qu'il ſe face auſſy vn peu de l'autre : en meſme façon qu'on ne peut fermer entierement les deus premiers doigts de la main, ſans que le troiſieſme ſe courbe auſſy quelque peu, comme pour ſe fermer auec eus. Et la raiſon pourquoy ces cors blancs ou lumineus paroiſſent plus grands, ne conſiſte pas ſeulement en ce que l'eſtime qu'on fait de leur grandeur depend de celle

de leur di|ſtance, mais auſſy en ce que leurs images s'impriment plus grandes dans le fonds de l'œil. Car il faut remarquer que les bouts des filets du nerf optique qui le couurent, encores que trés petits, ont neantmoins quelque groſſeur ; en ſorte que chacun d'eus peut eſtre touché en l'vne de ſes parties par vn obiet, & en d'autres par d'autres ; & que n'eſtant toutesfois capable d'eſtre meu que d'vne ſeule façon a chaſque fois, lors que la moindre de ſes parties eſt touchée par quelqu'obiet fort eſclatant, & les autres par d'autres qui le ſont moins, il ſuit tout entier le mouuement de celuy qui eſt le plus eſclatant, & en repreſente l'image, ſans repreſenter celle des autres. Comme, ſi les bouts de ces petits filets ſont 1, 2, 3, & que les rayons qui vienent, par exemple, tracer l'image d'vne eſtoile ſur le fonds de l'œil, s'y eſtendent ſur celuy qui eſt marqué 1, & tant ſoit peu au delà tout autour ſur les extremités des ſix autres marqués 2, ſur leſquels ie ſuppoſe qu'il ne vient point d'autres rayons, que fort foibles, des parties du ciel voiſines a cete eſtoile, ſon image s'eſtendra en tout l'eſpace qu'occupent ces ſix marqués 2, & meſme peuteſtre encores en tout celuy qu'occupent les douze marqués 3, ſi la force du mouuement eſt ſi grande qu'elle ſe communique auſſy a eus. Et ainſi vous voyés que les Eſtoiles, quoy qu'elles paroiſſent aſſés petites, paroiſſent neantmoins beaucoup plus grandes qu'elles ne deuroient a raiſon de leur extreme diſtance. Et encores qu'elles ne ſeroient pas entierement rondes, elles ne lairroient pas de paroiſtre telles, comme

auſſy vne tour quarrée eſtant veuë de loin paroiſt ronde, & tous les cors qui | ne tracent que de fort petites images dans l'œil, n'y peuuent tracer les figures de leurs angles. Enfin, pour ce qui eſt de iuger de la diſtance par la grandeur, ou la figure, ou la couleur, ou la lumiere, les tableaus de Perſpectiue nous monſtrent aſſés combien il eſt facile de s'y tromper. Car ſouuent, parce que les choſes, qui y ſont peintes, ſont plus petites que nous ne nous imaginons qu'elles doiuent eſtre, & que leurs lineamens ſont plus confus, & leurs couleurs plus brunes ou plus foibles, elles nous paroiſſent plus eſloignées qu'elles ne ſont. |

DES MOYENS
DE PERFECTIONNER LA VISION.

Diſcours Septieſme.

Maintenant que nous auons aſſés examiné comment ſe fait la viſion, receuillons en peu de mots & nous remettons deuant les yeux toutes les conditions qui ſont requiſes a ſa perfection, afin que, conſiderant en quelle ſorte il a deſia eſté pouruû a chacune par la Nature, nous puiſſions faire vn denombrement exact de tout ce qui reſte encore a l'art a y adiouſter. On peut reduire toutes les choſes auſquelles il faut auoir icy eſgard, a trois princi-

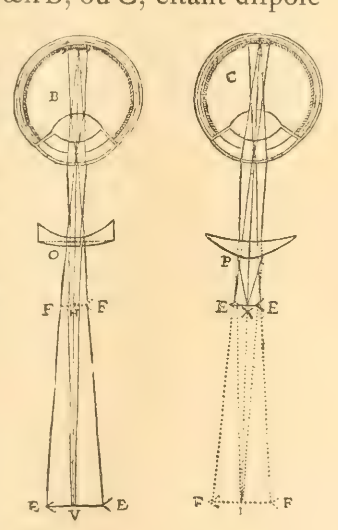
pales, qui ſont : les obiets, les organes interieurs qui reçoiuent les actions de ces obiets, & les exterieurs qui diſpoſent ces actions a eſtre receues comme elles doiuent. Et touchant les obiets, il ſuffit de ſçauoir que les vns ſont proches ou acceſſibles, & les autres eſloignés & inacceſſibles ; &, auec cela, les vns plus, les autres moins illuminés ; afin que nous ſoyons auertis que, pour ce qui eſt des acceſſibles, nous les pouuons approcher ou eſloigner, & augmenter ou diminuer la lumiere qui les eſclaire, ſelon qu'il nous ſera le plus commode ; mais que, pour ce qui concerne les autres, nous n'y pouuons changer aucune choſe. Puis, touchant les organes interieurs, qui ſont les nerfs & le cerueau, il eſt certain auſſy que nous ne ſçaurions rien adiouter par | art a leur fabrique ; car nous ne ſçaurions nous faire vn nouueau cors, & ſi les medecins y peuuent ayder en quelque choſe, cela n'apartient point a noſtre ſuiet. Si bien qu'il ne nous reſte a conſiderer que les organes exterieurs, entre leſquels ie comprens toutes les parties tranſparentes de l'œil, auſſy bien que tous les autres cors qu'on peut mettre entre luy & l'obiet. Et ie trouue que toutes les choſes auſquelles il eſt beſoin de pouruoir auec ces organes exterieurs, peuuent eſtre reduites a quattre points. Dont le premier eſt que tous les rayons qui ſe vont rendre vers chacune des extremités du nerf optique, ne vienent, autant qu'il eſt poſſible, que d'vne meſme partie de l'obiet, & qu'ils ne reçoiuent aucun changement en l'eſpace qui eſt entre deus : car, ſans cela, les images qu'ils forment ne ſçauroient eſtre ny bien ſemblables a leur origi-

nal, ny bien diſtinctes. Le ſecond, que ces images ſoient fort grandes; non pas en eſtendue de lieu, car elles ne ſçauroient occuper que le peu d'eſpace qui ſe trouue au fonds de l'œil; mais en l'eſtendue de leurs lineamens ou de leurs trais, car il eſt certain qu'ils ſeront d'autant plus ayſés a diſcerner qu'ils ſeront plus grands. Le troiſieſme, que les rayons qui les forment ſoyent aſſés forts pour mouuoir les petits filets du nerf optique, & par ce moyen eſtre ſentis; mais qu'ils ne le ſoyent pas tant qu'ils bleſſent la veuë. Et le quatrieſme, qu'il y ait le plus d'obiets qu'il ſera poſſible, dont les images ſe forment dans l'œil en meſme temps, afin qu'on en puiſſe voir le plus qu'il ſera poſſible tout d'vne veuë.

Or la Nature a employé pluſieurs moyens a pouruoir|a la premiere de ces choſes. Car, premierement, rempliſſant l'œil de liqueurs fort tranſparentes & qui ne ſont teintes d'aucune couleur, elle a fait que les actions qui vienent de dehors, peuuent paſſer iuſques au fonds ſans ſe changer. Et par les refractions que cauſent les ſuperficies de ces liqueurs, elle a fait qu'entre les rayons, ſuiuant leſquels ces actions ſe conduiſent, ceux qui vienent d'vn meſme point, ſe raſſemblent en vn meſme point contre le nerf; & en ſuite, que ceux qui vienent des autres points, s'y raſſemblent auſſy en autant d'autres diuers points, le plus exactement qu'il eſt poſſible. Car nous deuons ſuppoſer que la Nature a fait en cecy tout ce qui eſt poſſible, d'autant que l'experience ne nous y fait rien aperceuoir au contraire. Et meſme nous voyons que, pour rendre d'autant moindre le defaut qui ne peut,

en cecy, eſtre totalement euité, elle a fait qu'on puiſſe reſtrecir la prunelle quaſi autant que la force de la lumiere le permet. Puis, par la couleur noire dont elle a teint toutes les parties de l'œil, oppoſées au nerf, qui ne ſont point tranſparentes, elle a empeſché qu'il n'allaſt aucuns autres rayons vers ces meſmes points. Et enfin, par le changement de la figure du cors de l'œil, elle a fait qu'encore que les obiets en puiſſent eſtre plus ou moins eſloignés vne fois que l'autre, les rayons qui vienent de chacun de leurs points, ne laiſſent pas de s'aſſembler, touſiours auſſy exactement qu'il ſe peut, en autant d'autres points au fonds de l'œil. Toutefois, elle n'a pas ſi entierement pouruû a cete derniere partie, qu'il ne ſe trouue encore quelque choſe a y adiouter : car, outre que, communement a tous, elle ne | nous a pas donné le moyen de courber tant les ſuperficies de nos yeux, que nous puiſſions voir diſtinctement les obiets qui en ſont fort proches, comme a vn doigt ou vn demi doigt de diſtance, elle y a encore manqué dauantage en quelques vns, a qui elle a fait les yeux de telle figure, qu'ils ne leur peuuent ſeruir qu'a regarder les choſes eſloignées, ce qui arriue principalement aus vieillars; & auſſy en quelques autres, a qui, au contraire, elle les a fait tels, qu'ils ne leur ſeruent qu'a regarder les choſes proches, ce qui eſt plus ordinaire aus ieunes gens. En ſorte qu'il ſemble que les yeux ſe forment, au commencement, vn peu plus longs & plus eſtrois qu'ils ne doiuent eſtre, & que, par aprés, pendant qu'on vieilliſt, ils deuienent plus plats & plus larges. Or, afin que nous puiſſions remedier par art a ces defauts,

il ſera premierement beſoin que nous cherchions les figures que les ſuperficies d'vne piece de verre ou de quelqu'autre cors tranſparent doiuent auoir, pour courber les rayons, qui tombent ſur elles, en telle ſorte que tous ceux qui vienent d'vn certain point de l'obiet, ſe diſpoſent, en les trauerſant, tout de meſme que s'ils eſtoient venus d'vn autre point, qui fuſt plus proche ou plus eſloigné : a ſçauoir, qui fuſt plus proche, pour ſeruir a ceux qui ont la veuë courte; & qui fuſt plus eſloigné, tant pour les vieillars que generalement pour tous ceux qui veulent voir des obiets plus proches que la figure de leurs yeux ne le permet. Car, par exemple, l'œil B, ou C, eſtant diſpoſé a faire que tous les rayons qui vienent du point H, ou I, s'aſſemblent au milieu de ſon fonds; & ne le pouuant eſtre a faire auſſy que ceux du point V, ou X, s'y aſſemblent; il eſt euident que, ſi on met au deuant de | luy le verre O, ou P, qui face que tous les rayons du point V, ou X, entrent dedans, tout de meſme que s'ils venoyent du point H, ou I, on ſuppleera par ce moyen a ſon defaut. Puis,



a cauſe qu'il peut y auoir des verres de pluſieurs diuerſes figures, qui ayent en cela exactement le meſme effect, il ſera beſoin, pour choiſir les plus

propres a noſtre deſſein, que nous prenions encore garde principalement a deux conditions. Dont la premiere eſt que ces figures ſoyent les plus ſimples & les plus ayſées a deſcrire & a tailler qu'il ſera poſſible. Et la ſeconde, que par leur moyen les rayons qui vienent des autres points de l'obiet, comme E, E, entrent dans l'œil a peu prés de meſme que s'ils venoient d'autant d'autres points, comme F, F. t Enotés que ie dis ſeulement icy a peu prés, non autant qu'il eſt poſſible; car, outre qu'il ſeroit peuteſtre aſſés mal-ayſé a determiner par Geometrie, entre vne infinité de figures qui peuuent ſeruir a ce meſme effect, celles qui y ſont exactement les plus propres, il ſeroit entierement inutile, a cauſe que, l'œil meſme ne faiſant pas que tous les rayons qui vienent de diuers | points, s'aſſemblent iuſtement en autant d'autres diuers points, elles ne ſeroyent pas ſans doute pour cela les plus propres a rendre la viſion bien diſtincte, & il eſt impoſſible en cecy de choiſir autrement qu'a peu prés, a cauſe que la figure preciſe de l'œil ne nous peut eſtre cognue. De plus, nous aurons touſiours a prendre garde, lors que nous appliquerons ainſi quelque cors au deuant de nos yeux, que nous imitions autant qu'il ſera poſſible la Nature, en toutes les choſes que nous voyons qu'elle a obſerué en les conſtruiſant; & que nous ne perdions aucun des auantages qu'elle nous a donnés, ſi ce n'eſt pour en gaigner quelque autre plus important.

Pour la grandeur des images, il eſt a remarquer qu'elle depend ſeulement de trois choſes, a ſçauoir, de la diſtance qui eſt entre l'obiet & le lieu où ſe

croisent les rayons qu'il enuoye de diuers de ses poins vers le fonds de l'œil; puis, de celle qui est entre ce mesme lieu & le fonds de l'œil ; & enfin, de la refraction de ces rayons. Comme il est euident[a] que l'image RST seroit plus grande qu'elle n'est, si l'obiet VXY estoit plus proche du lieu K, où se croysent les rayons VKR & YKT, ou plustost de la superficie BCD, qui est proprement le lieu où ils commencent a se croiser, ainsi que vous verrés cy aprés ; ou bien, si on pouuoit faire que le cors de l'œil fust plus long, en sorte qu'il y eust plus de distance qu'il n'y a, depuis sa superficie BCD, qui fait que ces rayons s'entre-croysent, iusques au fonds RST ; ou enfin, si la refraction ne les courboit pas tant en dedans vers le milieu S, mais plustost, s'il estoit possible, en dehors. Et quoy qu'on imagine outre ces trois choses, il n'y a rien | qui puisse rendre cete image plus grande. Mesme la derniere n'est quasi point du tout considerable, a cause qu'on ne peut iamais augmenter l'image par son moyen que de fort peu, & ce auec tant de difficulté, qu'on le peut tousiours plus aysement par l'vne des autres, ainsi que vous sçaurés tout maintenant. Aussy voyons nous que la Nature l'a negligée ; car, faisant que les rayons, comme VKR & YKT, se courbent en dedans vers S sur les superficies BCD & 123, elle a rendu l'image RST vn peu plus petite que si elle auoit fait qu'ils se courbassent en dehors, comme ils font vers 5 sur la superficie 456, ou qu'elle les eust laissé estre tous droits. On n'a point besoin aussy de considerer la premiere de ces trois choses,

a. Voir, p. 139 ci-avant, la figure de la p. 76 de l'édition *princeps*.

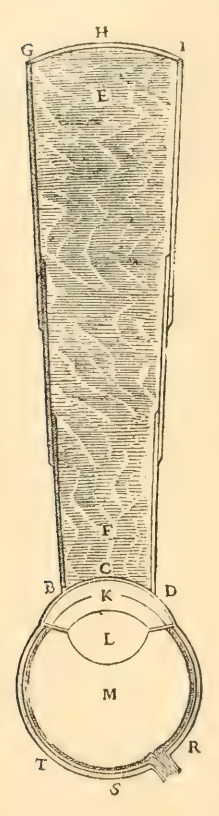
lors que les obiets ne ſont point du tout acceſſibles : mais, lors qu'ils le ſont, il eſt euident que, d'autant que nous les regardons de plus prés, d'autant leurs images ſe forment plus grandes au fonds de nos yeux. Si bien que, la Nature ne nous ayant pas donné le moyen de les regarder de plus prés qu'enuiron a vn pied ou demi pied de diſtance, afin d'y adiouſter par art tout ce qui ſe peut, il eſt ſeulement beſoin d'interpoſer vn verre, tel que celuy[a] qui eſt marqué P, dont il a eſté parlé tout maintenant, qui face que tous les rayons, qui vienent d'vn point le plus proche qu'il ſe pourra, entrent dans l'œil comme s'ils venoient d'vn autre point plus eſloigné. Or tout le plus qu'on puiſſe faire par ce moyen, c'eſt qu'il n'y aura que la douze ou quinzieſme partie d'autant d'eſpace entre l'œil & l'obiet, qu'il y en deuroit auoir ſans cela; & ainſi, que les rayons qui viendront de diuers poins de cet obiet, ſe croiſans douze ou quinze fois | plus prés de luy, ou meſme quelque peu dauantage, a cauſe que ce ne ſera plus ſur la ſuperficie de l'œil qu'ils commenceront a ſe croiſer, mais pluſtoſt ſur celle du verre, dont l'obiet ſera vn peu plus proche, ils formeront vne image, dont le diametre ſera douze ou quinze fois plus grand qu'il ne pourroit eſtre, ſi on ne ſe ſeruoit point de ce verre; & par conſequent ſa ſuperficie ſera enuiron deus cens fois plus grande, ce qui fera que l'obiet paroiſtra enuiron deux cent fois plus diſtinctement; au moyen de quoy il paroiſtra auſſy beaucoup plus grand, non pas deus cent fois iuſtement, mais plus ou moins, a proportion de

a. « Voyés en la page 74. » (Figure p. 151 ci-avant.)

ce qu'on le iugera eſtre eſloigné. Car, par exemple, ſi, en regardant l'obiet X au trauers du verre P, on diſpoſe ſon œil C en meſme ſorte qu'il deuroit eſtre pour voir vn autre obiet, qui ſeroit a 20 ou 30 pas loin de luy, & que, n'ayant d'ailleurs aucune cognoiſſance du lieu où eſt cet obiet X, on le iuge eſtre veritablement a trente pas, il ſemblera plus d'vn milion de fois plus grand qu'il n'eſt. En ſorte qu'il pourra deuenir d'vne puce vn elephant; car il eſt certain que l'image que forme vne puce au fonds de l'œil, lors qu'elle en eſt ſi proche, n'eſt pas moins grande que celle qu'y forme vn elephant, lors qu'il en eſt a trente pas. Et c'eſt ſur cecy ſeul qu'eſt fondée toute l'inuention de ces petites lunetes a puces compoſées d'vn ſeul verre, dont l'vſage eſt par tout aſſés commun, bien qu'on n'ait pas encores connu la vraye figure qu'elles doiuent auoir; & pource qu'on ſçait ordinairement que l'obiet eſt fort proche, lors qu'on les employe a le regarder, il ne peut paroiſtre ſi grand qu'il feroit, ſi on l'imaginoit plus eſloigné.

|Il ne reſte plus qu'vn autre moyen pour augmenter la grandeur des images, qui eſt de faire que les rayons qui vienent de diuers points de l'obiet, ſe croiſent le plus loin qu'il ſe pourra du fonds de l'œil; mais il eſt bien, ſans comparaiſon, le plus important & le plus conſiderable de tous. Car c'eſt l'vnique qui puiſſe ſeruir pour les obiets inacceſſibles, auſſy bien que pour les acceſſibles, & dont l'effet n'a point de bornes : en ſorte qu'on peut, en s'en ſeruant, augmenter les images de plus en plus iuſques a vne grandeur indefinie. Comme, par exemple, d'autant que la premiere

des trois liqueurs dont l'œil eſt rempli, cauſe a peu prés meſme refraction que l'eau commune, ſi on applique tout contre vn tuyau plein d'eau, comme EF, au bout duquel il y ait vn verre GHI, dont la figure ſoit toute ſemblable a celle de la peau BCD qui couure cete liqueur, & ait meſme rapport a la diſtance du fonds de l'œil, il ne ſe fera plus aucune refraction a l'entrée de cet œil; mais celle qui s'y faiſoit auparauant, (& qui eſtoit cauſe que tous les rayons qui venoient d'vn meſme point de l'obiet commençoient a ſe courber dés cet endroit là, pour s'aller aſſembler en vn meſme point ſur les extremités du nerf optique, & qu'enſuite tous ceux qui venoyent de diuers points s'y croiſoient, pour s'aller rendre ſur diuers points de ce nerf), ſe fera dés l'entrée du tuyau GI : ſi bien que ces rayons, ſe croiſans dés là, formeront l'image RST beaucoup plus grande que s'ils ne ſe croiſoient que ſur la ſuperficie BCD; & ils la formeront de plus en plus grande ſelon que ce tuyau ſera plus long. Et ainſi l'eau EF faiſant l'office de l'humeur K; le verre GHI, celuy de la peau BCD; & l'entrée du tuyau GI, celuy de la prunelle; la viſion ſe fera en meſme façon que ſi la Nature auoit fait l'œil

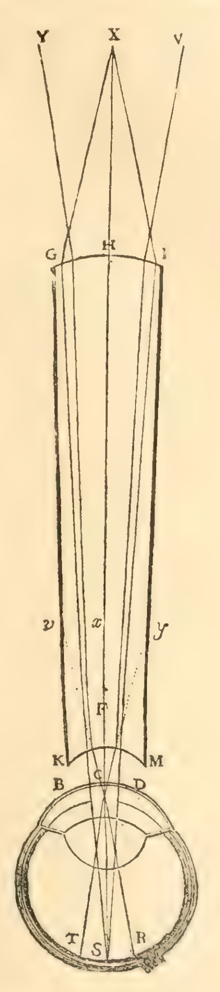


plus long qu'il n'eſt, de toute la longeur de ce tuyau. Sans qu'il y ait autre choſe a remarquer, ſinon que la vraye prunelle ſera, pour lors, non ſeulement inutile, mais meſme nuiſible, en ce qu'elle exclura, par ſa petiteſſe, les rayons qui pourroient aller vers les coſtés du fonds de l'œil, & ainſi empeſchera que les images ne s'y eſtendent en autant d'eſpace qu'elles feroient, ſi elle n'eſtoit point ſi eſtroite. Il ne faut pas auſſy que ie m'oublie de vous auertir que les refractions particulieres, qui ſe font vn peu autrement dans le verre GHI que dans l'eau EF, ne ſont point icy conſiderables, a cauſe que, ce verre eſtant par tout eſgalement eſpais, ſi la premiere de ces ſuperficies fait courber les rayons vn peu plus que ne feroit celle de l'eau, la ſeconde les redreſſe d'autant a meſme temps. Et c'eſt pour cete meſme raiſon que, cy deſſus, ie n'ay point parlé des refractions que peuuent cauſer les peaus qui enueloppent les humeurs de l'œil, mais ſeulement de celles de ſes humeurs.

|Or, d'autant qu'il y auroit beaucoup d'incommodité a ioindre de l'eau contre noſtre œil, en la façon que ie vien d'expliquer; & meſme que, ne pouuant ſçauoir preciſement quelle eſt la figure de la peau BCD qui le couure, on ne ſçauroit determiner exactement celle du verre GHI, pour le ſubſtituer en ſa place; il ſera mieux de ſe ſeruir d'vne autre inuention, & de faire, par le moyen d'vn ou de pluſieurs verres ou autres cors tranſparens, enfermés auſſy en vn tuyau, mais non pas ioints a l'œil ſi exactement qu'il ne demeure vn peu d'air entre deux, que, dés l'entrée de ce tuyau, les rayons qui vienent d'vn meſme point de l'obiet ſe

plient, ou ſe courbent, en la façon qui eſt requiſe pour faire qu'ils aillent ſe raſſembler en vn autre point, vers l'endroit où ſe trouuera le milieu du fonds de l'œil, quand ce tuyau ſera mis au deuant. Puis, de rechef, que ces meſmes rayons, en ſortant de ce tuyau, ſe plient & ſe redreſſent en telle ſorte qu'ils puiſſent entrer dans l'œil tout de meſme que s'ils n'auoient point du tout eſté pliés, mais ſeulement qu'ils vinſſent de quelque lieu qui fuſt plus proche. Et enſuite, que ceux qui viendront de diuers points, s'eſtant croiſés dés l'entrée de ce tuyau, ne ſe decroyſent point a la ſortie, mais qu'ils aillent vers l'œil en meſme façon que s'ils venoient d'vn obiet qui fuſt plus grand, ou plus proche. Comme, ſi le tuyau HF eſt rempli d'vn verre tout ſolide, dont la ſuperficie GHI ſoit de telle figure, qu'elle face que tous les rayons qui vienent du point X, eſtant dans le verre, tendent vers S; & que ſon autre ſuperficie KM les plie de rechef en telle ſorte, qu'ils tendent de là vers l'œil en meſme façon que s'ils venoient | du point *x*, que ie ſuppoſe en tel lieu, que les lignes *x*C & CS ont entre elles meſme proportion que XH & HS; ceux qui viendront du point V les croyſeront neceſſairement en la ſuperficie GHI, de façon que, ſe trouuant deſia eſloignés d'eus lors qu'ils ſeront a l'autre bout du tuyau, la ſuperficie KM ne les en pourra pas rapprocher, principalement ſi elle eſt concaue, ainſi que ie la ſuppoſe; mais elle les renuoyra vers l'œil, a peu prés en meſme ſorte que s'ils venoient du point *y*. Au moyen de quoy ils formeront l'image RST d'autant plus grande que le tuyau ſera plus long, & il ne ſera point beſoin, pour deter-

miner les figures des cors tranſparens dont on voudra ſe ſeruir a cet effect, de ſçauoir exactement quelle eſt celle de la ſuperficie BCD.



Mais, pour ce qu'il y auroit de rechef de l'incommodité a trouuer des verres ou autres tels cors qui fuſſent aſſés eſpais pour remplir tout le tuyau HF, & aſſés clairs & tranſparens pour n'em|peſcher point pour cela le paſſage de la lumiere, on pourra laiſſer vuide tout le dedans de ce tuyau, & mettre ſeulement deux verres a ſes deux bouts, qui facent le meſme effet que ie vien de dire que les deux ſuperficies GHI & KLM deuoient faire. Et c'eſt ſur cecy ſeul qu'eſt fondée toute l'inuention de ces lunetes compoſées de deux verres mis aux deux bouts d'vn tuyau, qui m'ont donné occaſion d'eſcrire ce Traité.

Pour la troiſieſme condition qui eſt requiſe a la perfection de la veuë de la part des organes exterieurs, a ſçauoir, que les actions qui meuuent chaſque filet du nerf optique ne ſoyent ny trop fortes ny trop foibles, la Nature y a fort bien pouruû, en nous donnant le pouuoir d'eſtrecir & d'eſlargir les prunelles de nos yeux. Mais elle a

encore laiſſé a l'art quelque choſe a y adiouſter. Car, premierement, lors que ces actions ſont ſi fortes, qu'on ne peut aſſés eſtrecir les prunelles pour les ſouffrir, comme lors qu'on veut regarder le ſoleil, il eſt ayſé d'y apporter remede en ſe mettant contre l'œil quelque cors noir, dans lequel il n'y ait qu'vn trou fort eſtroit, qui face l'office de la prunelle; ou bien en regardant au trauers d'vn creſpe, ou de quelqu'autre tel cors vn peu obſcur, & qui ne laiſſe entrer en l'œil qu'autant de rayons de chaſque partie de l'obiet, qu'il en eſt beſoin pour mouuoir le nerf optique ſans le bleſſer. Et lors que, tout au contraire, ces actions ſont trop foibles pour eſtre ſenties, nous pouuons les rendre plus fortes, au moins quand les obiets ſont acceſſibles, en les expoſant aux rayons du ſoleil, tellement ramaſſés par l'ayde d'vn miroir ou verre bruſlant, qu'ils ayent le plus de force | qu'ils puiſſent auoir pour les illuminer ſans les corrompre.

Puis, outre cela, lors qu'on ſe ſert des lunetes dont nous venons de parler, d'autant qu'elles rendent la prunelle inutile, & que c'eſt l'ouuerture par où elles reçoiuent la lumiere de dehors qui fait ſon office, c'eſt elle auſſy qu'on doit eſlargir ou eſtrecir, ſelon qu'on veut rendre la viſion plus forte ou plus foible. Et il eſt a remarquer que, ſi on ne faiſoit point cete ouuerture plus large qu'eſt la prunelle, les rayons agiroient moins fort contre chaſque partie du fonds de l'œil, que ſi on ne ſe ſeruoit point de lunetes : & ce, en meſme proportion que les images qu'ils y formeroient ſeroient plus grandes : ſans conter ce que les ſuperficies des verres interpoſés oſtent de leur force.

Mais on peut la rendre beaucoup plus large, & ce d'autant plus, que le verre qui redreſſe les rayons, eſt ſitué plus proche du point vers lequel celuy qui les a pliés les faiſoit tendre. Comme, ſi le verre G*g*H*i* fait que tous les rayons qui vienent du point qu'on veut regarder tendent vers S, & qu'ils ſoient redreſſés par le verre KLM, en ſorte que de là ils tendent paralleles vers l'œil : pour trouuer la plus grande largeur que puiſſe auoir l'ouuerture du tuyau, il faut faire la diſtance qui eſt entre les points K & M, eſgale au diametre de la prunelle; puis, tirant du point S deus lignes droites qui paſſent par K & M, a ſçauoir SK, qu'il faut prolonger iuſques a *g*; & SM, iuſques a *i*; on aura *gi* pour le diametre qu'on cherchoit. Car il eſt manifeſte que, ſi on la faiſoit plus grande, il n'entreroit point pour cela dans l'œil plus de rayons du point vers lequel on dreſſe ſa veuë, & que, pour ceux qui y viendroient de plus des autres lieus, ne pouuans ayder a la viſion, ils ne feroient que la rendre plus confuſe. Mais ſi, au lieu du verre KLM, on ſe ſert de *klm*, qui, a cauſe de ſa figure, doit eſtre mis plus proche du point S, on prendra de rechef la diſtance entre les points *k* & *m* eſgale au diametre de la prunelle; puis, tirant les lignes S*k*G & S*m*I, on aura GI pour le diametre de l'ouuerture cherchée,

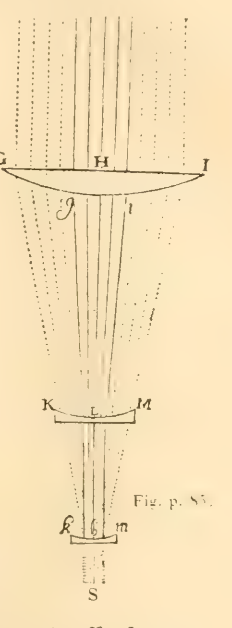
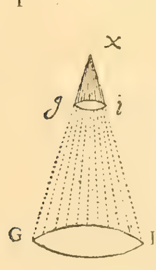


Fig. p. 85.

qui, comme vous voyés, eſt plus grand que gi, en meſme proportion que la ligne SL ſurpaſſe Sl. Et ſi cete ligne Sl n'eſt pas plus grande que le diametre de l'œil, la viſion ſera auſſy forte a peu prés, & auſſy claire, que ſi on ne ſe ſeruoit point de lunetes, & que les obiets fuſſent, en recompenſe, plus proches qu'ils ne ſont, d'autant qu'ils paroiſſent plus grands. En ſorte que, ſi la longeur du tuyau fait, par exemple, que l'image d'vn obiet eſloigné de trente lieues ſe forme auſſy grande dans l'œil, que s'il n'eſtoit eſloigné que de trente pas, la largeur de ſon entrée, eſtant telle que ie viens de la determiner, ſera que cet obiet ſe verra auſſy clairement que ſi, n'en eſtant veritablement eſloigné|que de trente pas, on le regardoit ſans lunetes. Et ſi on peut faire cete diſtance entre les points S & l encore moindre, la viſion ſera encore plus claire.

Mais cecy ne ſert principalement que pour les obiets inacceſſibles; car, pour ceus qui ſont acceſſibles, l'ouuerture du tuyau peut eſtre d'autant plus eſtroite qu'on les en aproche d'auantage, ſans pour cela que la viſion en ſoit moins claire. Comme vous voyés qu'il n'entre pas moins de rayons du point X dans le petit verre gi, que dans le grand GI. Et enfin, elle ne peut eſtre plus large que les verres qu'on y applique, leſquels, a cauſe de leurs figures, ne doiuent point exceder certaine grandeur, que ie determineray cy aprés.



Que ſi quelquefois la lumiere qui vient des obiets eſt trop forte, il ſera bien ayſé de l'affoiblir, en couurant tout autour les extremités du verre qui eſt a

l'entrée du tuyau : ce qui vaudra mieus que de mettre au deuant quelques autres verres plus troubles ou colorés, ainſi que pluſieurs ont couſtume de faire pour regarder le ſoleil ; car, plus cete entrée ſera eſtroite, plus la viſion ſera diſtincte, ainſi qu'il a eſté dit cy deſſus de la prunelle. Et meſme il faut obſeruer qu'il ſera mieux de couurir le verre par le dehors que par le dedans, afin que les reflexions qui ſe pouroient faire ſur les bords de ſa ſuperficie, n'enuoyent vers l'œil aucuns rayons : car ces rayons, ne ſeruans point a la viſion, y pouroient nuire.

Il n'y a plus qu'vne condition qui ſoit deſirée de la part des organes exterieurs, qui eſt de faire qu'on aper|çoiue le plus d'obiets qu'il eſt poſſible en meſme temps. Et il eſt a remarquer qu'elle n'eſt aucunement requiſe pour la perfection de voir mieux, mais ſeulement pour la commodité de voir plus ; & meſme qu'il eſt impoſſible de voir plus d'vn ſeul obiet a la fois diſtinctement : en ſorte que cete commodité, d'en voir cependant confuſement pluſieurs autres, n'eſt principalement vtile, qu'afin de ſçauoir vers quel coſté il faudra, par aprés, tourner ſes yeux pour regarder celuy d'entre eux qu'on voudra mieux conſiderer. Et c'eſt a quoy la Nature a tellement pouruû, qu'il eſt impoſſible a l'art d'y adiouſter aucune choſe ; meſme, tout au contraire, d'autant plus que par le moyen de quelques lunetes on augmente la grandeur des lineamens de l'image qui s'imprime au fonds de l'œil, d'autant fait on qu'elle repreſente moins d'obiets : a cauſe que l'eſpace qu'elle occupe ne peut aucunement eſtre augmenté, ſi ce n'eſt peuteſtre de fort peu en la ren-

uerſant, ce que ie iuge eſtre a reietter pour d'autres raiſons. Mais il eſt ayſé, ſi les obiets ſont acceſſibles, de mettre celuy qu'on veut regarder en l'endroit où il peut eſtre vû le plus diſtinctement au trauers de la lunete; & s'ils ſont inacceſſibles, de mettre la lunete ſur vne machine, qui ſerue a la tourner facilement vers tel endroit determiné qu'on voudra. Et ainſi il ne nous manquera rien de ce qui rend le plus cete quatrieſme condition conſiderable.

Au reſte, afin que ie n'obmette icy aucune choſe, i'ay encore a vous auertir que les defauts de l'œil, qui conſiſtent en ce qu'on ne peut aſſés changer la figure de l'humeur criſtaline ou bien la grandeur de la prunelle, ſe | peuuent peu a peu diminuer & corriger par l'vſage : a cauſe que cete humeur criſtaline, & la peau qui contient cete prunelle, eſtant de vrais muſcles, leurs fonctions ſe facilitent & s'augmentent lors qu'on les exerce, ainſi que celles de tous les autres muſcles de noſtre cors. Et c'eſt ainſi que les chaſſeurs & les matelots, en s'exerçant a regarder des obiets fort eſloignés, & les graueurs ou autres artiſans, qui font des ouurages fort ſubtils, a en regarder de fort proches, acquerent ordinairement la puiſſance de les voir plus diſtinctement que les autres hommes. Et c'eſt ainſi auſſy que ces Indiens, qu'on dit auoir pû fixement regarder le ſoleil, ſans que leur veuë en fuſt offuſquée, auoient deu ſans doute auparauant, en regardant ſouuent des obiets fort eſclatans, accouſtumer peu a peu leurs prunelles a s'eſtrecir plus que les noſtres. Mais ces choſes apartienent pluſtoſt a la Medecine, dont la fin eſt de remedier aus defauts de

la veuë par la correction des organes naturels, que non pas a la Dioptrique, dont la fin n'eſt que de remedier aus meſmes defauts par l'application de quelques autres organes artificiels. |

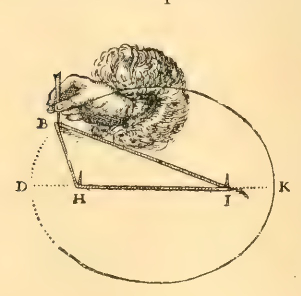
DES FIGVRES QVE DOIVENT AVOIR LES CORPS TRANSPARENS POUR DETOURNER LES RAYONS PAR REFRACTION EN TOUTES LES FAÇONS QUI SERVENT A LA VEVË.

Diſcours Huictieſme.

Or, afin que ie vous puiſſe tantoſt dire plus exactement en quelle ſorte on doit faire ces organes artificiels, pour les rendre les plus parfaits qui puiſſent eſtre, il eſt beſoin que i'explique auparauant les figures que doiuent auoir les ſuperficies des cors tranſparens pour plier & détourner les rayons de la lumiere en toutes les façons qui peuuent ſeruir a mon deſſein. En quoy ſi ie ne me puis rendre aſſés clair & intelligible pour tout le monde, a cauſe que c'eſt vne matiere de Geometrie vn peu difficile, ie taſcheray au moins de l'eſtre aſſés pour ceux qui auront ſeulement

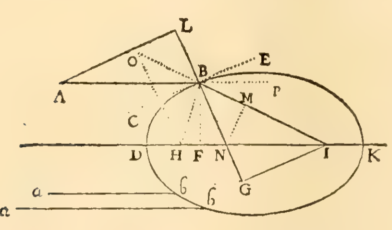
appris les premiers Elemens de cete ſcience. Et d'abord, afin de ne les tenir point en ſuſpens, ie leur diray que toutes les figures dont i'ay icy a leur parler, ne ſeront composées que d'Ellipſes ou d'Hyperboles, & de cercles ou de lignes droites.

L'Ellipſe, ou l'Ouale, eſt vne ligne courbe que les Mathematiciens ont accouſtumé de nous expoſer en coupant de trauers vn cone ou vn cylindre, & que i'ay vu auſſy quelquefois employer par des Iardiniers dans les | compartimens de leurs parterres, où ils la deſcriuent d'vne façon qui eſt veritablement fort groſſiere & peu exacte, mais qui fait, ce me ſemble, mieux comprendre ſa nature, que la ſection du cylindre ny du cone. Ils plantent en terre deux picquets, comme, par exemple, l'vn au point H, l'autre au point I, & ayant noué enſemble les deux bouts d'vne corde, ils la paſſent autour d'eux, en la façon que vous voyés icy B H I. Puis, mettant le bout du doigt en cete corde, ils le conduiſent tout autour de ces deux picquets, en la tirant touſiours a eux d'eſgale force, afin de la tenir tendue eſgalement, & ainſi deſcriuent ſur la terre la ligne courbe D B K, qui eſt vne Ellipſe. Et ſi, ſans changer la longueur de cete corde B H I, ils plantent ſeulement leurs picquets H & I vn peu plus proches l'vn de l'autre, ils deſcriront derechef vne Ellipſe, mais qui ſera d'autre eſpece que la precedente ; & s'ils les plantent encore vn peu plus proches,



ils en defcriront encore vne autre ; & enfin, s'ils les ioignent enfemble tout a fait, ce fera vn cercle qu'ils defcriront. Au lieu que, s'ils diminuent la longueur de la corde en mefme proportion que la diftance de ces picquets, ils defcriront bien des Ellipfes qui feront diuerfes en grandeur, mais qui feront toutes de mefme efpece. Et ainfi vous voyés qu'il y en peut auoir d'vne infinité d'efpeces toutes diuerfes, en forte qu'elles ne different pas moins l'vne de | l'autre, que la derniere fait du cercle ; & que, de chafque efpece, il y en peut auoir de toutes grandeurs ; & que, fi d'vn point, comme B, pris a difcretion dans quelqu'vne de ces Ellipfes, on tire deux lignes droites vers les deux points H & I, où les deus picquets doiuent eftre plantés pour la defcrire, ces deux lignes BH & BI, iointes enfemble, feront efgales a fon plus grand diametre DK, ainfi qu'il fe prouue facilement par la conftruction. Car la portion de la corde qui s'eftend d'I vers B & de là fe replie iufques a H, eft la mefme qui s'eftend d'I vers K ou vers D & de là fe replie auffy iufques a H : en forte que DH eft efgale a IK, & HD plus DI, qui valent autant que HB plus BI, font efgales a la toute DK. Et enfin, les Ellipfes qu'on defcrit en mettant toufiours mefme proportion entre leur plus grand diametre DK & la diftance des points H & I, font toutes d'vne mefme efpece. Et a caufe de certaine proprieté de ces points H & I, que vous entendrés cy aprés, nous les nommerons les points bruflans, l'vn interieur, & l'autre exterieur : a fçauoir, fi on les rapporte a la moitié de l'Ellipfe qui eft vers D, I fera l'exterieur ; & fi on les rapporte a l'autre

moitié qui eſt vers K, il ſera l'interieur ; & quand nous parlerons ſans diſtinction du point bruſlant, nous entendrons touſiours parler de l'exterieur*. Puis, outre cela, il eſt beſoin que vous ſçachiés que, ſi par ce point B on tire les deux lignes droites L B G & C B E, qui ſe couppent l'vne l'autre a angles droits, & dont l'vne, L G, diuiſe l'angle H B I en deux parties eſgales, l'autre C E touchera cete Ellipſe en ce point B ſans la coupper. De quoy ie ne mets pas la demonſtration, pource que les Geometres la ſçauent|aſſés, & que les autres ne feroyent que s'ennuyer de l'entendre. Mais ce que i'ay icy particulierement deſſein de vous expliquer, c'eſt que, ſi on tire encore de ce point B, hors de l'Ellipſe, la ligne droite B A parallele au plus grand diametre D K, & que, l'ayant priſe eſgale a B I, des points A & I on tire ſur L G les deux perpendiculaires A L & I G, ces deux dernieres A L & I G auront entre elles meſme proportion que les deux D K & H I. En ſorte que, ſi la ligne A B eſt vn rayon de lumiere, & que cete Ellipſe D B K ſoit en la ſuperficie d'vn corps tranſparent tout ſolide, par lequel, ſuiuant ce qui a eſté dit cy deſſus, les rayons paſſent plus ayſement que par l'air, en meſme proportion que la ligne D K eſt plus grande que H I, ce rayon A B ſera tellement détourné au point B, par la ſuperficie de ce cors tranſparent, qu'il ira de là vers I. Et pource que ce point B eſt pris a diſcretion



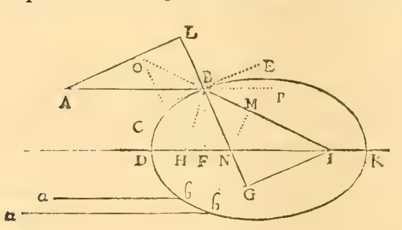
dans l'Ellipſe, tout ce qui ſe dit icy du rayon AB ſe doit entendre generalement de tous les rayons paralleles a l'aiſſieu DK, qui tombent ſur quelque point de cete Ellipſe, a ſçauoir qu'ils y ſeront tous tellement détournés, qu'ils iront ſe rendre de là vers le point I.

|Or cecy ſe demonſtre en cette ſorte. Premierement,[a]

a. Le texte qui suit jusqu'à « Puis » (p. 170, l. 5) est une seconde rédaction de Descartes, indiquée par lui à Mersenne (voir *Correspondance*, t. II, p. 638) comme devant être substituée à celle de l'édition de 1637. Voici le texte primitif :

ſi on tire du point B la ligne BF perpendiculaire ſur KD, & que du point N, où LG & KD s'entrecoupent, on tire auſſy la ligne NM perpendiculaire ſur IB, on trouuera que AL eſt a IG comme BF eſt a NM. Car, d'vne part, les triangles BFN & BLA ſont ſemblables, a cauſe qu'ils ſont tous deux rectangles, & que, NF & BA eſtans paralleles, les angles FNB & ABL ſont eſgaus; & d'autre part, les triangles NBM & IBG ſont auſſy ſemblables, a cauſe qu'ils ſont rectangles, & que l'angle vers B eſt commun a tous deux. Et, outre cela, les deux triangles BFN & BMN ont meſme rapport entre eux que les deux ALB & BGI, a cauſe que, comme les baſes de ceux-cy, BA & BI, ſont eſgales, ainſi BN, qui eſt la baſe du triangle BFN, eſt eſgale a ſoy meſme en tant qu'elle eſt auſſy la baſe du triangle BMN. D'où il ſuit euidemment que, comme BF eſt a NM, ainſi AL, celuy des coſtés du triangle ALB qui ſe rapporte a BF dans le triangle BFN, c'eſt a dire qui eſt la ſubtendue du meſme angle, eſt a IG, celuy des coſtés du triangle BGI qui ſe rapporte

a caufe que tant les lignes AB & NI, que AL & GI, font paralleles, les triangles ALB & IGN font femblables; d'où il fuit que AL eft a IG comme AB eft a NI; ou bien, pource que AB & BI font efgales, comme BI eft a NI. Puis, fi on tire HO parallele a NB, & qu'on prolonge IB iufques a O, on verra que BI eft a NI comme OI eft a HI, a caufe que les triangles BNI & OHI font femblables. Enfin, les deux angles HBG & GBI eftans efgaus par la conftruction, HOB, qui eft efgal a GBI, | eft auffy efgal a OHB, a caufe que cetuy cy eft efgal a HBG; & par confequent le triangle HBO eft ifofcele, & la ligne OB eftant efgale a HB, la toute OI eft efgale a DK, d'autant que les deux enfemble HB & IB luy font efgales. Et ainfi, pour reprendre du premier au dernier, AL eft a IG comme[a] BI a NI, & BI a NI comme OI a HI, & OI eft efgale a DK; donc AL eft a IG comme DK eft a HI.



Si bien que, fi, pour tracer l'Ellipfe DBK, on donne aux lignes DK & HI la proportion qu'on aura connu, par experience, eftre

---

au cofté NM du triangle BNM. Puis BF eft a NM comme BI eft a NI, a caufe que les deux triangles BIF & NIM, eftans rectangles & ayans le mefme angle vers I, font femblables. De plus,

a. Descartes a supprimé ici, pour la réédition, les mots : « BF est a NM, et BF a NM comme » rendus sans objet par sa correction précédente.

celle qui ſert a meſurer la refraction de tous les rayons qui paſſent obliquement de l'air dans quelque verre, ou autre matiere tranſparente qu'on veut employer ; & qu'on face vn cors de ce verre qui ait la figure que deſcriroit cete Ellipſe ſi elle ſe mouuoit circulairement autour de l'aiſſieu DK; les rayons qui ſeront dans l'air paralleles a cet aiſſieu, comme AB, *a b,* entrans dans ce verre, s'y détourneront en telle ſorte, qu'ils iront tous s'aſſembler au point bruſlant I, qui des deux H & I eſt le plus eſloigné du lieu d'où ils viennent. | Car vous ſçaués que le rayon AB doit eſtre détourné au point B par la ſuperficie courbe du verre, que repreſente l'Ellipſe DBK, tout de meſme qu'il le feroit par la ſuperficie plate du meſme verre que repreſente la ligne droite CBE, dans laquelle il doit aller de B vers I, a cauſe qu'AL & IG ſont l'vne a l'autre comme DK & HI, c'eſt a dire, comme elles doiuent eſtre pour meſurer la refraction. Et le point B ayant eſté pris a diſcretion dans l'Ellipſe, tout ce que nous auons demonſtré de ce rayon AB, ſe doit entendre en meſme façon de tous les autres paralleles a DK, qui tombent ſur les autres points de cete Ellipſe; en ſorte qu'ils doiuent tous aller vers I.

De plus, a cauſe que tous les rayons qui tendent vers le centre d'vn cercle ou d'vn globe, tombans perpendiculairement ſur ſa ſuperficie, n'y doiuent ſouffrir aucune refraction, ſi du centre I on fait vn cercle a telle diſtance qu'on voudra, pouruû qu'il paſſe entre D & I, comme BQB, les lignes DB & QB, tournant autour de l'aiſſieu DQ, deſcriront la figure d'vn verre qui aſſemblera dans l'air au point I tous les | rayons

qui auront eſté de l'autre coſté, auſſy dans l'air, paralleles a cet aiſſieu : & reciproquement qui fera que tous ceux qui ſeront venus du point I, ſe rendront paralleles de l'autre coſté.

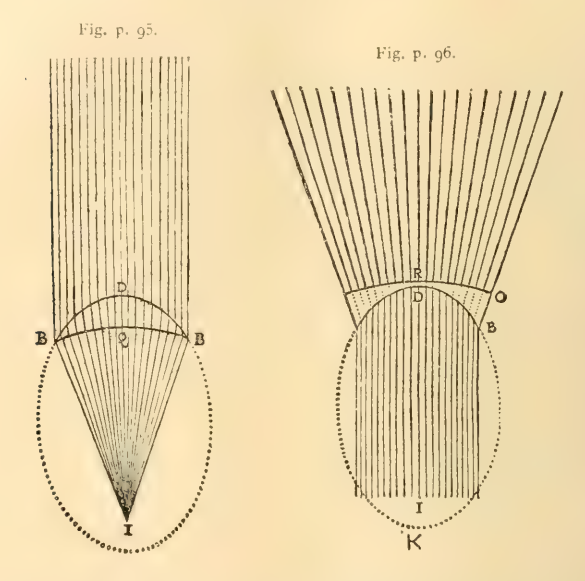


Fig. p. 95. Fig. p. 96.

Et ſi du meſme centre I on deſcrit le cercle RO, a telle diſtance qu'on voudra au delà du point D ; & qu'ayant pris le point B dans l'Ellipſe a diſcretion, pouruû toutefois qu'il ne ſoit pas plus eſloigné de D que de K; on tire la ligne droite BO, qui tende vers I; les lignes RO, OB & BD, meuës circulairement autour de l'aiſſieu DR, deſcriront la figure d'vn verre qui fera que les rayons paralleles a cet aiſſieu du coſté de l'Ellipſe, s'eſcarteront ça & là de l'autre coſté, comme s'ils venoient tous du point I. Car il eſt mani-

feſte que, par exemple, le rayon PB doit eſtre autant détourné par la ſuperficie creuſe du verre DBA, comme AB par la conuexe ou boſſue du verre DBK, & par conſequent que BO doit eſtre en meſme ligne | droite que BI, puiſque PB eſt en meſme ligne droite que BA : & ainſi des autres.

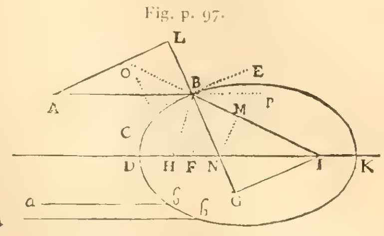
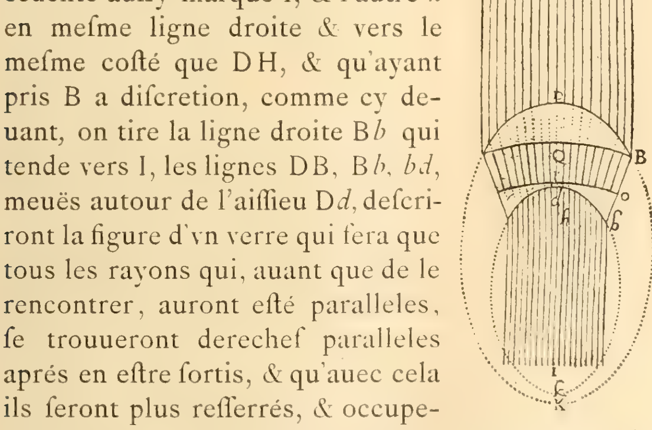


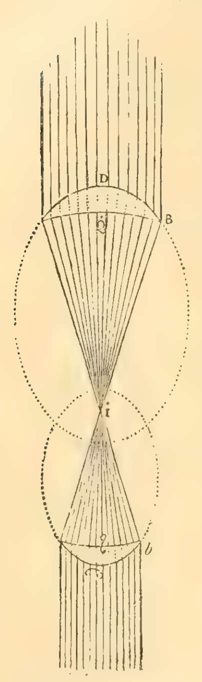
Fig. p. 97.

Et ſi de rechef, dans l'Ellipſe DBK, on en deſcrit vne autre plus petite, mais de meſme eſpece, comme *dbk*, dont le point bruſlant marqué I ſoit en meſme lieu que celuy de la precedente auſſy marqué I, & l'autre *h* en meſme ligne droite & vers le meſme coſté que DH, & qu'ayant pris B a diſcretion, comme cy deuant, on tire la ligne droite B*b* qui tende vers I, les lignes DB, B*b*, *bd*, meuës autour de l'aiſſieu D*d*, deſcriront la figure d'vn verre qui fera que tous les rayons qui, auant que de le rencontrer, auront eſté paralleles, ſe trouueront derechef paralleles aprés en eſtre ſortis, & qu'auec cela ils ſeront plus reſſerrés, & occuperont vn moindre eſpace du coſté de la plus petite El|lipſe *db*, que de celuy de la plus grande. Et ſi, pour euiter l'eſpaiſſeur de ce verre DB*bd*, on deſcrit du centre I les cercles QB & *ro*, les ſuperficies DBQ



& *robd* repreſenteront les figures & la ſituation de deux verres moins eſpais, qui auront en cela ſon meſme effect.

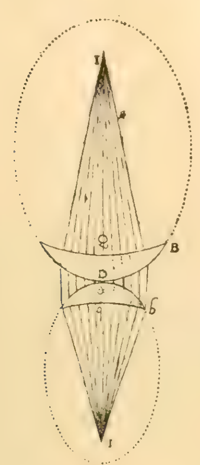
Et ſi on diſpoſe les deux verres ſemblables DBQ & *dbq* inegaus en grandeur, en telle ſorte que leurs aiſſieux ſoient en vne meſme ligne droite, & leurs deux points bruſlans exterieurs, marqués I, en vn meſme lieu, & que leurs ſuperficies circulaires BQ, *bq* ſe regardent l'vne l'autre, ils auront auſſy en cela le meſme effect.

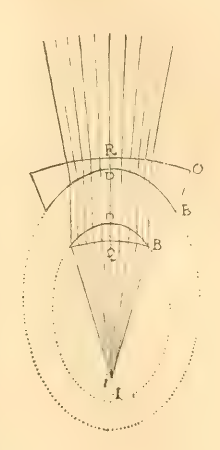


Et ſi on ioint ces deux verres ſemblables inegaus en grandeur DBQ & *dbq*, ou qu'on les mette a telle diſtance qu'on voudra l'vn de l'autre, pouruû ſeulement que leurs aiſſieux ſoient en meſme ligne droite, & que leurs ſuperficies Elliptiques ſe regardent, ils feront que tous les rayons qui viendront du point bruſlant de l'vn marqué I, s'iront aſſembler en l'autre auſſy marqué I.

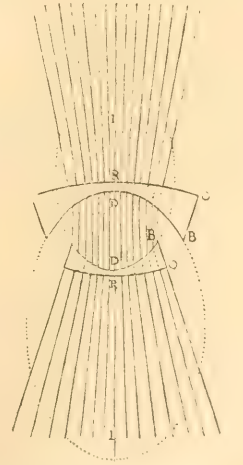
Et ſi on ioint les deux differens DBQ & DBOR, | en ſorte auſſy que leurs ſuperficies DB & BD ſe regardent, ils feront que les rayons qui viendront du point *i*, que l'Ellipſe du verre DBQ a pour ſon point bruſlant, s'eſcarteront comme s'ils venoient du point I, qui eſt le point bruſlant du verre BDOR : ou reciproquement, que ceux qui tendent vers ce point I, s'iront aſſembler en l'autre marqué *i*.

Et enfin, ſi on ioint les deus DBOR & DBOR,





touſiours en ſorte que leurs ſuperficies DB, BD ſe regardent, on fera que les rayons qui, en trauerſant l'vn de ces verres, tendent au delà vers I, s'eſcarteront derechef, en ſortant de l'autre, comme s'ils venoient de |l'autre point I. Et on peut faire la diſtance de chaſcun de ces points marqués I plus ou moins grande autant qu'on veut, en changeant la grandeur de l'Ellipſe dont il depend. En ſorte que, auec l'Ellipſe ſeule & la ligne circulaire, on peut deſcrire des verres qui facent que les rayons qui vienent d'vn point, ou tendent vers vn point, ou ſont paralleles, changent



de l'vne en l'autre de ces trois ſortes de diſpoſitions, en toutes les façons qui puiſſent eſtre imaginées.

L'Hyperbole eſt auſſy vne ligne courbe que les Mathematiciens expliquent par la ſection d'vn cone, comme l'Ellipſe. Mais, afin de vous la faire mieux conceuoir, i'introduiray encore icy vn iardinier qui s'en ſert a compaſſer la broderie de quelque parterre. Il plante derechef ſes deux picquets aux points

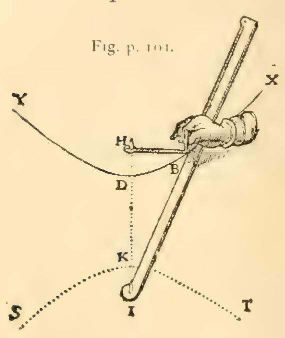
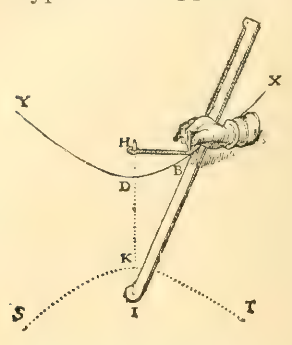


Fig. p. 101.

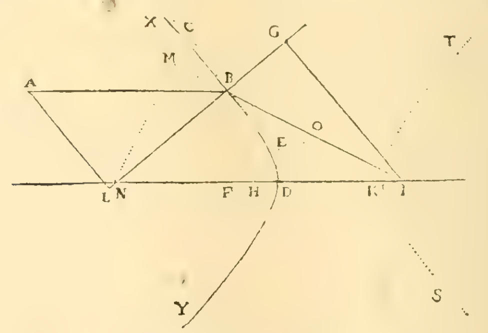
H & I; & ayant attaché au bout d'vne longue reigle le bout d'vne corde vn peu plus courte, il fait vn trou rond a l'autre bout de cete reigle, dans lequel il fait entrer le picquet I, & vne boucle a l'autre bout de cete corde, qu'il paſſe dans le picquet H. Puis, mettant le doigt au point X, où elles ſont attachées l'vne a l'autre, il le coule de là en bas iuſques a D, tenant touſiours cependant la corde toute iointe & comme colée contre la reigle de|puis le point X iuſques a l'endroit où il la touche, & auec cela toute tendue : au moyen de quoy, contraignant cete reigle de tourner autour du picquet I a meſure qu'il abaiſſe ſon doigt, il deſcrit ſur la terre la ligne courbe XBD, qui eſt vne partie d'vne Hyperbole. Et, aprés cela, tournant ſa reigle de l'autre coſté vers Y, il en deſcrit en meſme façon vne autre partie YD. Et, de plus, s'il paſſe la boucle de ſa corde dans le picquet I, & le bout de ſa reigle dans le picquet H, il deſcrira vne autre

Hyperbole SKT toute ſemblable & oppoſée a la precedente. Mais ſi, ſans changer ſes picquets ny ſa reigle, il fait ſeulement ſa corde vn peu plus longue, il deſcrira vne Hyperbole d'vne autre eſpece ; & s'il la fait encore vn peu plus longue, il en deſcrira encore vne d'autre eſpece, iuſques a ce que, la faiſant tout a fait eſgale a la reigle, il deſcrira, au lieu d'vne Hyperbole, vne ligne droite. Puis, s'il change la diſtance de ſes picquets en meſme proportion que la difference qui eſt entre les longueurs de la reigle & de la corde, il deſcrira des Hyperboles qui ſeront toutes de meſme eſpece, mais dont les parties ſemblables ſeront differentes en grandeur. Et enfin, s'il augmente eſgalement les longueurs de la corde & de la reigle, ſans | changer ny leur difference, ny la diſtance des deux picquets, il ne deſcrira touſiours qu'vne meſme Hyperbole, mais il en deſcrira vne plus grande partie. Car cete ligne eſt de telle nature que, bien qu'elle ſe courbe touſiours de plus en plus vers vn meſme coſté, elle ſe peut toutesfois eſtendre a l'infiny, ſans que iamais ſes extremités ſe rencontrent. Et ainſi vous voyés qu'elle a en pluſieurs façons meſme raport a la ligne droite, que l'Ellipſe a la circulaire. Et vous voyés auſſy qu'il y en a d'vne infinité de diuerſes eſpeces, & qu'en chaſque eſpece il y en a vne infinité dont les parties ſemblables ſont differentes en grandeur. Et, de plus, que ſi d'vn point, comme B, pris a diſcretion dans l'vne d'elles, on tire deux lignes droites vers les deux points, comme H & I, où les deux picquets doiuent eſtre plantés pour la deſcrire, & que nous nommerons encore les points bruſlants, la difference

de ces deux lignes, HB & IB, fera toufiours efgale a la ligne DK, qui marque la diftance qui eft entre les Hyperboles oppofées. Ce qui paroift de ce que BI eft plus longue que BH, d'autant iuftement que la reigle a efté prife plus longue que la corde; & que DI eft auffy d'autant plus longue que DH. Car, | fi on accourcift celle-cy, DI, de KI, qui eft efgale a DH, on aura DK pour leur difference. Et enfin, vous voyés que les Hyperboles qu'on



defcrit en mettant toufiours mefme proportion entre DK & HI, font toutes d'vne mefme efpece. Puis, outre cela, il eft befoin que vous fçachiés que, fi par le point B pris a difcretion dans vne Hyperbole, on tire la ligne



droite CE, qui diuife l'angle HBI en deux parties efgales, la mefme CE touchera cete Hyperbole en ce point B, fans la couper : de quoy les Geometres fçauent affés la demonftration.

Mais ie veux icy enſuite vous faire voir que, ſi de ce meſme point B on tire vers le dedans de l'Hyperbole la ligne droite BA parallele a DK, & qu'on tire auſſy par le meſme point B la ligne LG qui couppe CE a angles droits; puis, ayant pris BA eſgale a BI, que des points A & I on tire ſur LG les deux perpendiculaires AL & IG, ces deux dernieres, AL & IG, auront entre | elles meſme proportion que les deux DK & HI. Et enſuite, que ſi on donne la figure de cete Hyperbole a vn cors de verre dans lequel les refractions ſe meſurent par la proportion qui eſt entre les lignes DK & HI, elle fera que tous les rayons qui ſeront paralleles a ſon aiſſieu, dans ce verre, s'iront aſſembler au dehors au point I, au moins ſi ce verre eſt conuexe ; & s'il eſt concaue, qu'ils s'eſcarteront ça & là, comme s'ils venoient de ce point I.

Ce qui peut eſtre ainſi demontré. Premierement, [a]

a. Le texte qui suit jusqu'à « Puis » (p. 180, l. 5) est une seconde rédaction de Descartes (voir t. II, p. 638), arrêtée en vue d'une réédition. Voici le texte primitif :

ſi on tire du point B la ligne BF perpendiculaire ſur KD prolongée autant qu'il eſt beſoin, & du point N, où LG & KD s'entrecoupent, la ligne NM perpendiculaire ſur IB auſſy prolongée, on trouuera que AL eſt a IG comme BF eſt a NM. Car, d'vne part, les triangles BFN & BLA ſont ſemblables, a cauſe qu'ils ſont tous deux rectangles & que, NF & BA eſtant paralleles, les angles FNB & LBA ſont eſgaus. Et, d'autre part, les triangles IGB & NMB ſont auſſy ſemblables, a cauſe qu'ils ſont rectangles & que les angles IBG & NBM ſont eſgaus. Et, outre cela, comme la meſme a

cauſe que tant les lignes AB & NI, que AL & GI, ſont paralleles, les triangles ALB & IGN ſont ſemblables; d'où il ſuit que AL eſt a IG comme AB eſt a NI; ou bien, pource que AB & BI ſont eſgales, comme BI eſt a BI. Puis, ſi on tire HO parallele a LG, on verra

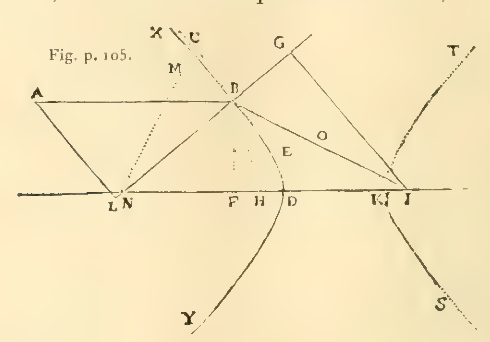


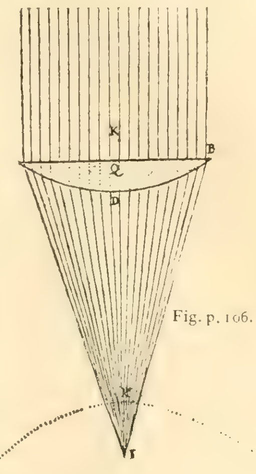
Fig. p. 105.

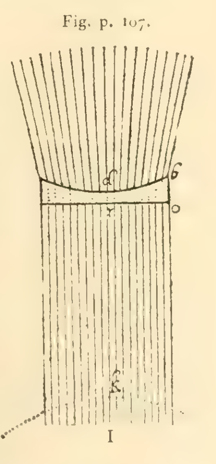
que BI eſt a NI comme OI eſt a HI, a cauſe que les triangles BNI & OHI|ſont ſemblables. Enfin, les deux angles EBH & EBI eſtans eſgaus par la conſtruction, & HO, qui eſt parallele a LG, couppant comme elle CE a angles droits, les deux triangles BEH & BEO ſont entierement eſgaus. Et ainſi, BH, la baze de l'vn,

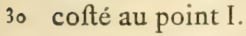
---

BN ſert de baſe aux deux triangles BFN & NMB, ainſi BA, la baſe du triangle ALB, eſt eſgale a BI, la baſe du triangle IGB; d'où il ſuit que, comme les coſtés du triangle BFN ſont a ceux du triangle NMB, ainſi ceux du triangle ALB ſont auſſy a ceux du triangle IBG. Puis BF eſt a NM comme BI eſt a NI, a cauſe que les deux triangles BIF & NIM, eſtans rectangles & ayans le meſme angle vers I, ſont ſemblables. De plus,

eſtant eſgale a BO, la baze de l'autre, il reſte OI pour la difference qui eſt entre BH & BI, laquelle nous auons dit eſtre eſgale a DK. Si bien que AL eſt a IG comme DK eſt a HI. D'où il ſuit que, mettant touſiours entre les lignes DK & HI la proportion qui peut ſeruir a meſurer les refractions du verre ou autre matiere qu'on veut employer, ainſi que nous auons fait pour tracer les Elipſes, excepté que DK ne peut eſtre icy que la plus courte, au lieu qu'elle ne pouuoit eſtre auparauant que la plus longue : ſi on trace vne portion d'Hyperbole tant grande qu'on voudra, comme DB, & que de B on face deſcendre a angles droits ſur KD la ligne droite BQ, les deux lignes DB & QB, tournant autour de|l'aiſſieu DQ, deſcriront la figure d'vn verre qui fera que tous les rayons qui le trauerſeront & feront dans l'air paralleles a cet aiſſieu du coſté de la ſuperficie plate BD, en laquelle, comme vous ſçaués, ils ne ſouffriront aucune refraction, s'aſſembleront de l'autre coſté au point I.

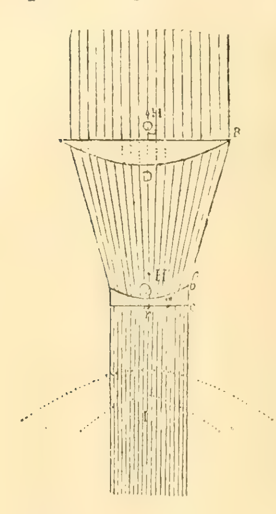

Fig. p. 106.


Fig. p. 107.



Et ſi, ayant tracé l'Hyperbole *db* ſemblable a la pre-

cedente, on tire la ligne droite *r o* en tel lieu qu'on voudra, pouruû que, ſans coupper cete Hyperbole, elle tombe perpendiculairement ſur ſon aiſſieu *d k*, & qu'on ioigne les deux points *b* & *o* par vne autre ligne droite parallele a *d k*, les trois lignes *r o*, *o b* & *b d*, meuës autour de l'aiſſieu *d k*, deſcriront la figure d'vn verre qui fera que tous les rayons qui feront paralleles a ſon aiſſieu du coſté de ſa ſuperficie plate, s'eſcarteront ça & là de l'autre coſté, comme s'ils venoient du point I.

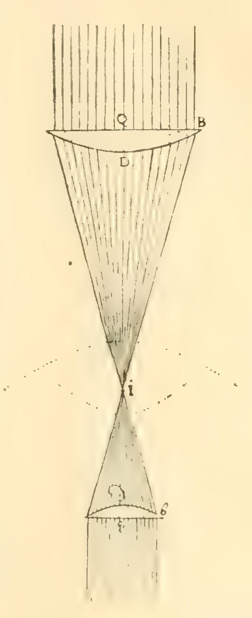


Et ſi, ayant pris la ligne H I plus courte, pour tracer l'hyperbole du verre *r o b d*, que pour celle du verre D B Q, on diſpoſe ces deux verres en telle ſorte que leurs aiſſieus D Q, *r d* ſoient en meſme ligne droite, & leurs deux points bruſlans marqués I en meſme lieu, & | que leurs deux ſuperficies hyperboliques ſe regardent; ils feront que tous les rayons qui, auant que de les rencontrer, auront eſté paralleles a leurs aiſſieus, le feront encore aprés les auoir tous deux trauerſés, & auec cela feront reſerrés en vn moindre eſpace du coſté du verre *r o b d* que de l'autre.

Et ſi on diſpoſe les deux verres ſemblables D B Q & *d b q* ineſgaus en grandeur, en telle ſorte que leurs aiſſieus D Q, *d q* ſoyent auſſy en meſme ligne droite, & leurs deux points bruſlans marqués I en meſme lieu,

& que leurs deux ſuperficies hyperboliques ſe regardent ; ils feront, comme les precedens, que les rayons paralleles d'vn coſté de leur aiſſieu le feront | auſſy de l'autre, &, auec cela, feront referrés en moindre eſpace du coſté du moindre verre.

Et[a] ſi on ioint les ſuperficies plates de ces deux verres D B Q & *d b q*, ou qu'on les mette a telle diſtance qu'on voudra l'vn de l'autre, pouruû ſeulement que leurs ſuperficies plates ſe regardent, ſans qu'il ſoit beſoin auec cela que leurs aiſſieus ſoient en meſme ligne droite : ou pluſtoſt, ſi on compoſe vn autre verre qui ait la figure de ces deux ainſi conioints, on fera par ſon moyen que les rayons qui viendront de l'vn des points marqués I, s'iront aſſembler en l'autre de l'autre coſté.



Et ſi on compoſe vn verre qui ait la figure des deux D B Q & *r o b d*, tellement ioints que leurs ſuperficies plates s'entretouchent, on fera que les rayons qui feront venus de l'vn des points I, s'eſcarteront comme s'ils eſtoient venus de l'autre.

Et enfin, ſi on compoſe vn verre qui ait la figure de deux tels que *r o b d*, derechef tellement ioins que leurs ſuperficies plates s'entretouchent, on fera que

a. Voir les figures page ſuivante.

les ra|yons qui, allans rencontrer ce verre, feront ef-

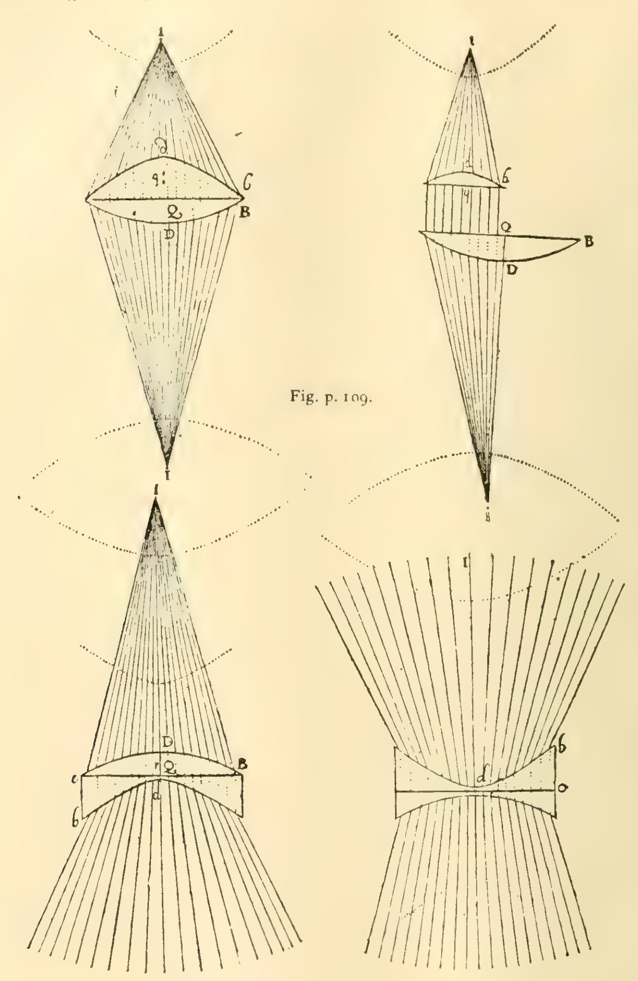


Fig. p. 109.

cartés comme pour s'affembler au point I qui eft de

l'autre cofté, feront derechef efcartés, aprés l'auoir trauerfé, comme s'ils eftoient venus de l'autre point I.

Et tout cecy eft, ce me femble, fi clair, qu'il eft feulement befoin d'ouurir les yeux & de confiderer les figures pour l'entendre.

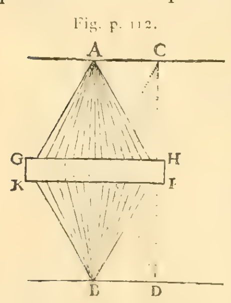
Au refte, les mefmes changemens de ces rayons, que ie vien d'expliquer premierement par deux verres elliptiques, & aprés par deux hyperboliques, peuuent auffy eftre caufés par deux dont l'vn foit elliptique & l'autre hyperbolique. Et, de plus, on peut encore imaginer vne infinité d'autres verres qui facent, comme ceux cy, que tous les rayons qui vienent d'vn point, ou tendent vers vn point, ou font paralleles, fe changent exactement de l'vne en l'autre de ces trois difpofitions. Mais ie ne penfe pas auoir icy aucun befoin d'en parler, a caufe que ie les pourray plus commodement expliquer cy aprés en la Geometrie*, & que ceus que i'ay defcrits font les plus propres de tous a mon deffein, ainfi que ie veus tafcher maintenant de prouuer, & vous faire voir, par mefme moyen, lefquels d'entre eux y font les plus propres, en vous faifant confiderer toutes les principales chofes en quoy ils different.

La premiere eft que les figures des vns font beaucoup plus ayfées a tracer que celles des autres; & il eft certain qu'aprés la ligne droite, la circulaire, & la parabole, qui feules ne peuuent fuffire pour tracer aucun de ces verres, ainfi que chafcun pourra facilement voir, s'il l'examine, il n'y en a point de plus fimples que l'ellipfe & | l'hyperbole. En forte que, la ligne droite eftant plus ayfée a tracer que la circulaire, & l'hyperbole ne l'eftant pas moins que l'ellipfe, ceux dont

les figures sont composées d'hyperboles & de lignes droites, sont les plus aysés a tailler qui puissent estre; puis, ensuite, ceux dont les figures sont composées d'ellipses & de cercles : en sorte que tous les autres que ie n'ay point expliqués le sont moins.

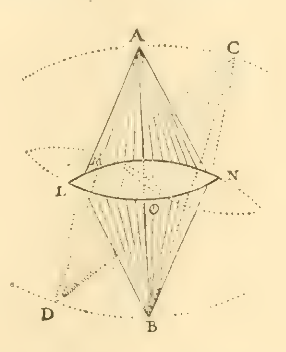
La seconde est qu'entre plusieurs, qui changent tous en mesme façon la disposition des rayons qui se rapportent a vn seul point, ou vienent paralleles d'vn seul costé, ceux dont les superficies sont le moins courbées, ou bien le moins inegalement, en sorte qu'elles causent les moins inegales refractions, changent tousiours vn peu plus exactement que les autres la disposition des rayons qui se rapportent aux autres points, ou qui vienent des autres costés. Mais, pour entendre cecy parfaittement, il faut considerer que c'est la seule inesgalité de la courbure des lignes dont sont composées les figures de ces verres, qui empesche qu'ils ne changent aussy exactement la disposition des rayons qui se rapportent a plusieurs diuers poins, ou vienent paralleles de plusieurs diuers costés, qu'ils font celle

Fig. p. 112.



de ceux qui se rapportent a vn seul point, ou vienent paralleles d'vn seul costé. Car, par exemple, si, pour faire que tous les rayons qui vienent du point A s'assemblent au point B, il falloit que le verre GHIK, qu'on mettroit entre deux, eust ses superficies toutes plates, en sorte que la ligne droite GH, qui en represente l'vne, eust la proprieté de faire que tous ces rayons, venans du point A, se rendissent

paralleles | dans le verre, &, par meſme moyen, que l'autre ligne droite KI fiſt que de là ils s'allaſſent aſſembler au point B, ces meſmes lignes GH & KI feroient auſſy que tous les rayons venans du point C s'iroient aſſembler au point D; &, generalement, que tous ceux qui viendroient de quelqu'vn des points de la ligne droite AC, que ie ſuppoſe parallele a GH, s'iroient aſſembler en quelqu'vn des points de BD, que ie ſuppoſe auſſy parallele a KI, & autant eſloignée d'elle qu'AC eſt de GH : d'autant que, ces lignes GH & KI n'eſtant aucunement courbées, tous les points de ces autres AC & BD ſe rapportent a elles en meſme façon les vns que les autres. Tout de meſme, ſi c'eſtoit le verre LMNO, dont ie ſuppoſe les ſuperficies LMN & LON eſtre deux eſgales portions de Sphere, qui euſt la proprieté de faire que tous les rayons venans du point A s'allaſſent aſſembler au point B, il l'auroit auſſy de faire que ceux du point C s'aſſemblaſſent au point D, &, generalement, que tous ceux de quelqu'vn des points de la ſuperficie CA, que ie ſuppoſe eſtre vne portion de Sphere qui a meſme centre que LMN, s'aſſembleroient en

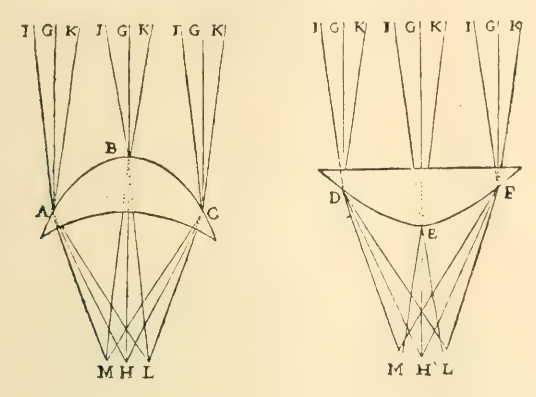


quelqu'vn de ceux de BD, que ie ſuppoſe auſſy vne por|tion de Sphere qui a meſme centre que LON, & en eſt auſſy eſloignée qu'AC eſt d'LMN : d'autant que toutes les parties de ces ſuperficies LMN & LON ſont eſgalement courbées au reſpect de tous les points

qui ſont dans les ſuperficies CA & BD. Mais, a cauſe qu'il n'y a point d'autres lignes, en la Nature, que la droite & la circulaire, dont toutes les parties ſe rapportent en meſme façon a pluſieurs diuers points, & que ny l'vne ny l'autre ne peuuent ſuffire pour compoſer la figure d'vn verre, qui face que tous les rayons qui vienent d'vn point s'aſſemblent en vn autre point exactement, il eſt euident qu'aucune de celles qui y ſont requiſes, ne fera que tous les rayons qui viendront de quelques autres points, s'aſſemblent exactement en d'autres points ; & que, pour choiſir celles d'entre elles qui peuuent faire que ces rayons s'eſcartent le moins des lieus où on les voudroit aſſembler, il faut prendre les moins courbées, & les moins ineſgalement courbées, afin qu'elles approchent le plus de la droite ou de la circulaire ; & encore pluſtoſt de la droite que de la circulaire, a cauſe que les parties de celle cy ne ſe rapportent d'vne meſme façon qu'a tous les points qui ſont eſgalement diſtans de ſon centre, & ne ſe rapportent a aucuns autres en meſme façon qu'elles font a ce centre. D'où il eſt ayſé de conclure qu'en cecy l'hyperbole ſurpaſſe l'ellipſe, & qu'il eſt impoſſible d'imaginer des verres d'aucune autre figure, qui raſſemblent tous les rayons venans de diuers poins en autant d'autres poins eſgalement eſloignés d'eux, ſi exactement que celuy dont la figure ſera compoſée d'hyperboles. Et meſme, ſans que ie m'arreſte a vous en faire icy vne de|monſtration plus exacte, vous pouués facilement appliquer cecy aux autres façons de changer la diſpoſition des rayons qui ſe rapportent a diuers poins ou vienent paralleles de diuers coſtés,

& connoiſtre que, pour toutes, ou les verres hyperboliques y ſont plus propres qu'aucuns autres, ou du moins, qu'ils n'y ſont pas notablement moins propres, en ſorte que cela ne peut eſtre mis en contrepois auec la facilité d'eſtre taillés, en quoy ils ſurpaſſent tous les autres.

La troiſieſme difference de ces verres eſt que les vns font que les rayons qui ſe croyſent en les trauerſant, ſe trouuent vn peu plus eſcartés de l'vn de leurs coſtés que de l'autre ; & que les autres font tout le contraire. Comme, ſi les rayons G, G ſont ceux qui vienent du



centre du Soleil, & que I, I ſoient ceux qui vienent du coſté gauche de ſa circonference, & K, K ceux qui vienent du droit, ces rayons s'eſcartent vn peu plus les vns des au|tres, aprés auoir trauerſé le verre hyperbolique DEF, qu'ils ne faiſoient auparauant : & au contraire, ils s'eſcartent moins apres auoir trauerſé l'elliptique ABC : en ſorte que cet elliptique rend les points L, H, M plus proches les vns des autres que ne

fait l'hyperbolique, & mesme il les rend d'autant plus proches qu'il est plus espais. Mais neanmoins, tant espais qu'on le puisse faire, il ne les peut rendre qu'enuiron d'vn quart ou d'vn tiers plus proches que l'hyperbolique. Ce qui se mesure par la quantité des refractions que cause le verre, en sorte que le cristal de montaigne, dans lequel elles se font vn peu plus grandes, doit rendre cette inesgalité vn peu plus grande. Mais il n'y a point de verre d'aucune autre figure qu'on puisse imaginer, qui face que les points L, H, M soient notablement plus esloignés que fait cet hyperbolique, ny moins que fait cet elliptique.

Or vous pouués icy remarquer par occasion en quel sens il faut entendre ce que i'ay dit cy dessus, que les rayons venans de diuers poins, ou paralleles de diuers costés, se croysent tous dés la premiere superficie qui a la puissance de faire qu'ils se rassemblent a peu prés en autant d'autres diuers poins, comme lors que i'ay dit que ceux de l'obiet V X Y, qui forment l'image RST sur le fonds de l'œil, se croysent dés la premiere de ses superficies BCD. Ce qui depend de ce que, par exemple, les trois rayons VCR, XCS & YCT, se croysent veritablement sur cete superficie BCD au point C : d'où vient qu'encore que V D R se croyse auec YBT beaucoup plus haut, & VBR auec YDT beaucoup plus bas, toutesfois, pource qu'ils tendent vers les mesmes poins | que font VCR & YCT, on les peut considerer tout de mesme que s'ils se croysoient aussy au mesme lieu. Et pource que c'est cete superficie BCD qui les fait ainsi tendre vers les mesmes poins, on doit plustost penser que c'est au lieu où elle est qu'ils

ſe croyſent tous, que non pas plus haut ny plus bas.

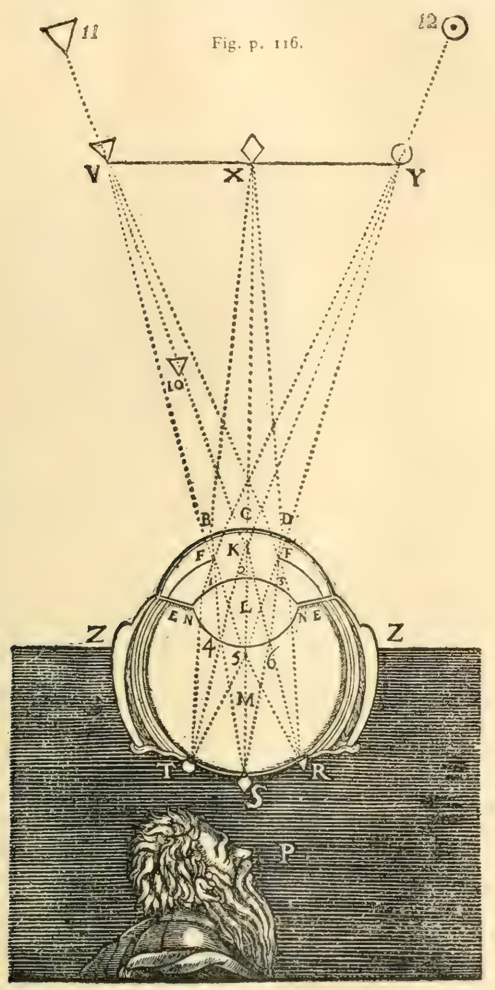
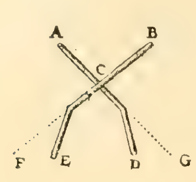


Fig. p. 116.

Sans meſme que ce que les autres ſuperficies, comme

123 & 456, les peuuent détourner, en empefche. Non plus qu'encore que les deux baftons ACD & BCE, qui font courbés, s'efcartent beaucoup des poins F & G, vers lefquels ils s'iroient rendre, fi, fe croyfans autant qu'ils font au point C, auec cela ils eftoient droits,



ce ne laiffe pas d'eftre veritablement en ce point C qu'ils fe croyfent. Mais ils pourroient bien eftre fi courbés, que cela les feroit croifer derechef en vn autre lieu. Et, en mefme façon, les rayons qui trauerfent les deux verres conuexes DBQ & *dbq*[a], fe croyfent fur la fuperficie du premier, puis fe recroifent derechef fur celle de l'autre : au moins ceux qui vienent de diuers coftés ; car, pour ceux qui vienent d'vn mefme cofté, il eft manifefte que ce n'eft qu'au point bruflant marqué I qu'ils fe croifent.

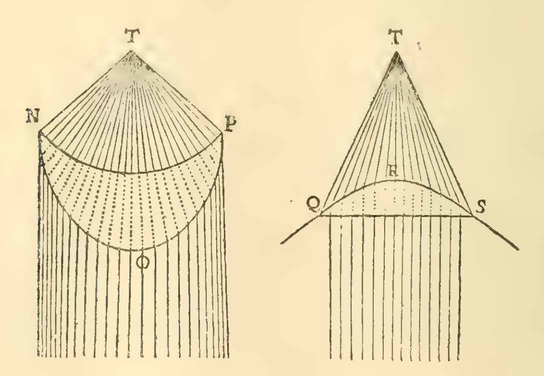
Vous pouués remarquer, auffy par occafion, que les rayons du Soleil, ramaffés par le verre elliptique ABC[b], doiuent brufler auec plus de force qu'eftant ramaffés par l'hyperbolique DEF. Car il ne faut pas feulement prendre garde aux rayons qui vienent du centre du Soleil, comme G, G, mais auffy a tous les autres qui, venans | des autres points de fa fuperficie, n'ont pas fenfiblement moins de force que ceux du centre : en forte que la violence de la chaleur qu'ils peuuent caufer fe doit mefurer par la grandeur du cors qui les affemble, comparée auec celle de l'efpace où il les affemble. Comme, fi le diametre du verre ABC eft

a. « Voyés la figure en la page 108. » (Page 183 ci-avant.)
b. « La figure eft en la page 114. » (Page 189 ci-avant.)

quatre fois plus grand que la diſtance qui eſt entre les poins M & L, les rayons ramaſſés par ce verre doiuent auoir ſeize fois plus de force que s'ils ne paſſoyent que par vn verre plat qui ne les détournaſt aucunement. Et pource que la diſtance qui eſt entre ces poins M & L eſt plus ou moins grande, a raiſon de celle qui eſt entre eux & le verre ABC, ou autre tel cors qui fait que les rayons s'y aſſemblent, ſans que la grandeur du diametre de ce cors y puiſſe rien adiouſter, ny ſa figure particuliere, qu'enuiron vn quart ou vn tiers tout au plus, il eſt certain que cete ligne bruſlante a l'infini, que quelques vns ont imaginée, n'eſt qu'vne reſuerie, &, qu'ayant deux verres ou miroirs ardens, dont l'vn ſoit beaucoup plus grand que l'autre, de quelle façon qu'ils puiſſent eſtre, pouruû que leurs figures ſoient toutes pareilles, le plus grand doit bien ramaſſer les rayons du ſoleil en vn plus grand eſpace, & plus loin de ſoy, que le plus petit; mais que ces rayons ne doiuent point auoir plus de force en chaſque partie de cet eſpace, qu'en celuy où le plus petit les ramaſſe. En ſorte qu'on peut faire des verres ou miroirs extremement petits, qui bruſleront auec autant de violance que les plus grands. Et vn miroir ardent dont le diametre n'eſt pas plus grand qu'enuiron la centieſme partie de la diſtance qui eſt entre luy & le lieu où il doit raſſembler les rayons | du ſoleil, c'eſt a dire qui a meſme proportion auec cete diſtance, qu'a le diametre du ſoleil auec celle qui eſt entre luy & nous, fuſt-il poli par vn Ange, ne peut faire que les rayons qu'il aſſemble eſchauffent plus en l'endroit où il les aſſemble, que ceux qui vienent directement du

ſoleil. Ce qui ſe doit auſſy entendre des verres bruſlans a proportion. D'où vous pouués voir que ceux qui ne ſont qu'a demi ſçauans en l'Optique ſe laiſſent perſuader beaucoup de choſes qui ſont impoſſibles, & que ces miroirs dont on a dit qu'Archimede bruſloit des nauires de fort loin, deuoient eſtre extremement grands, ou pluſtoſt qu'ils ſont fabuleus.

La quatrieſme difference qui doit eſtre remarquée entre les verres dont il eſt icy queſtion, appartient particulierement a ceux qui changent la diſpoſition des rayons qui vienent de quelque point aſſés proche d'eux, & conſiſte en ce que les vns, a ſçauoir ceux dont la ſuperficie qui regarde vers ce point eſt la plus creuſe a raiſon de leur grandeur, peuuent receuoir plus grande



quantité de ces rayons que | les autres, encore que leur diametre ne ſoit point plus grand. Et en cecy le verre elliptique NOP, que ie ſuppoſe ſi grand, que ſes extremités N & P ſont les poins où ſe termine le plus petit diametre de l'ellipſe, ſurpaſſe l'hyperbolique

QRS, quoy qu'on le ſuppoſe auſſy tant grand qu'on voudra; & il ne peut eſtre ſurpaſſé par ceux d'aucune autre figure. Enfin, ces verres different encore en ce que, pour produire les meſmes effects, eu eſgard aux rayons qui ſe rapportent a vn ſeul point ou a vn ſeul coſté, les vns doiuent eſtre plus en nombre que les autres, ou doiuent faire que les rayons qui ſe rapportent a diuers poins, ou a diuers coſtés, ſe croyſent plus de fois. Comme vous aués vû que, pour faire, auec les verres elliptiques, que les rayons qui vienent d'vn point s'aſſemblent en vn autre point, ou s'eſcartent comme s'ils venoient d'vn autre point, ou que ceux qui tendent vers vn point s'eſcartent derechef comme s'ils venoient d'vn autre point, il eſt touſiours beſoin d'y en employer deux, au lieu qu'il n'y en faut employer qu'vn ſeul, ſi on ſe ſert des hyperboliques; & qu'on peut faire que les rayons paralleles, demeurans paralleles, occupent vn moindre eſpace qu'auparauant, tant par le moyen de deux verres hyperboliques conuexes, qui font que les rayons qui vienent de diuers coſtés ſe croyſent deux fois, que par le moyen d'vn conuexe & d'vn concaue, qui font qu'ils ne croiſent qu'vne fois. Mais il eſt euident que iamais on ne doit employer pluſieurs verres a ce qui peut eſtre auſſy bien fait par l'ayde d'vn ſeul, ny faire que les rayons ſe croi|ſent pluſieurs fois, lors qu'vne ſuffiſt.

Et, generalement, il faut conclure de tout cecy que les verres hyperboliques & les elliptiques ſont preferables a tous les autres qui puiſſent eſtre imaginés, & meſme que les hyperboliques ſont quaſi en tout preferables aus elliptiques. En ſuite de quoy, ie diray main-

tenant de quelle façon il me ſemble qu'on doit compoſer chaſque eſpece de lunetes, pour les rendre les plus parfaittes qu'il eſt poſſible.

LA DESCRIPTION DES LUNETES.

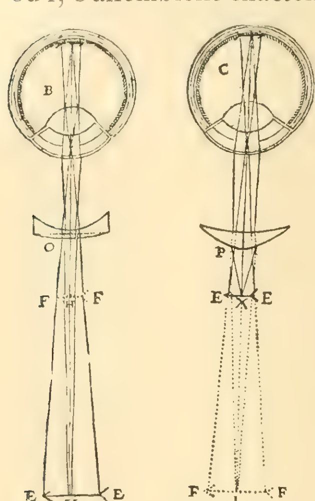
Diſcours Neufieſme.

Il eſt beſoin, premierement, de choiſir vne matiere tranſparente, qui, eſtant aſſés ayſée a tailler, & neantmoins aſſés dure pour retenir la forme qu'on luy donnera, ſoit en outre la moins colorée, & qui cauſe le moins de reflexion qu'il eſt poſſible. Et on n'en a point encore trouué qui ait ces qualités en plus grande perfection que le verre, lors qu'il eſt fort clair & fort pur, & compoſé de cendres fort ſubtiles. Car, encore que le criſtal de montaigne ſemble plus net & plus tranſparent, toutesfois, pource que ſes ſuperficies cauſent la reflexion de plus de rayons que celles du verre, ainſi que l'experience ſemble nous aprendre, il ne ſera peuteſtre pas ſi propre a noſtre deſſein. Or, afin que vous ſçachiés la cauſe de cete reflexion, & pourquoy elle ſe fait pluſtoſt | ſur les ſuperficies tant du verre que du criſtal, que non pas en l'eſpaiſſeur de leur cors, & pourquoy elle s'y fait plus grande dans le criſtal que dans le verre, il faut que vous vous ſouueniés de la façon dont ie vous ay cy deſſus fait conceuoir la nature de la lumiere, lors que i'ay dit qu'elle

n'eftoit autre chofe, dans les cors tranfparens, que l'action ou inclination a fe mouuoir d'vne certaine matiere tres fubtile qui remplit leurs pores ; & que vous penfiés que les pores de chafcun de ces cors tranfparens font fi vnis & fi droits que la matiere fubtile qui peut y entrer coule facilement tout du long, fans y rien trouuer qui l'arrefte ; mais que ceux de deux cors tranfparens de diuerfe nature, comme ceux de l'air & ceux du verre ou du criftal, ne fe rapportent iamais fi iuftement les vns aus autres, qu'il n'y ait toufiours plufieurs des parties de la matiere fubtile, qui, par exemple, venant de l'air vers le verre, s'y reflefchiffent, a caufe qu'elles rencontrent les parties folides de fa fuperficie ; & tout de mefme, venant du verre vers l'air, fe reflefchiffent & retournent au dedans de ce verre, a caufe qu'elles rencontrent les parties folides de la fuperficie de cet air; car il y en a auffy beaucoup en l'air qui peuuent eftre nommées folides a comparaifon de cete matiere fubtile. Puis, en confiderant que les parties folides du criftal font encore plus groffes que celles du verre, & fes pores plus ferrés, ainfi qu'il eft ayfé a iuger de ce qu'il eft plus dur & plus pefant, on peut bien penfer qu'il doit caufer fes reflexions encore plus fortes, & par confequent donner paffage a moins de rayons que ne fait ny l'air ny le verre; bien que cependant il le donne plus libre a | ceux aufquels il le donne, fuiuant ce qui a efté dit cy deffus.

Ayant donc ainfi choifi le verre le plus pur, le moins coloré, & celuy qui caufe le moins de reflexion qu'il eft poffible, fi on veut par fon moyen corriger le

defaut de ceux qui ne voyent pas ſi bien les obiets vn peu eſloignés que les proches, ou les proches que les eſloignés, les figures les plus propres a cet effect ſont celles qui ſe tracent par des hyperboles. Comme, par exemple, l'œil B, ou C, eſtant diſpoſé a faire que tous les rayons, qui vienent du point H, ou I, s'aſſemblent exactement au milieu de ſon fonds, & non pas ceux du point V, ou X, il faut, pour luy faire voir diſtinctement l'obiet qui eſt vers V, ou X, mettre entre deux le verre O, ou P, dont les ſuperficies, l'vne conuexe & l'autre concaue, ayent les figures tracées par deux hyperboles qui ſoyent telles qu'H, ou I, ſoit le point bruſlant de la concaue, qui doit eſtre tournée vers l'œil, & V, ou X, celuy de la conuexe.



Et ſi on ſuppoſe le point I, ou V, aſſés eſloigné, comme ſeulement a quinze|ou vingt pieds de diſtance, il ſuffira, au lieu de l'hyperbole dont il deuroit eſtre le point bruſlant, de ſe ſeruir d'vne ligne droite, & ainſi de faire l'vne des ſuperficies du verre toute plate : a ſçauoir l'interieure qui regarde vers l'œil, ſi c'eſt I qui ſoit aſſés eſloigné ; ou l'exterieure, ſi c'eſt V. Car lors vne partie de l'obiet, de la grandeur de la prunelle, pourra tenir lieu d'vn ſeul point, a cauſe que ſon image n'occupera gueres plus

d'efpace au fonds de l'œil, que l'extremité de l'vn des petits filets du nerf optique. Et mefme il n'eft pas befoin de fe feruir de verres differens a chafque fois qu'on veut regarder des obiets vn peu plus ou moins efloignés l'vn que l'autre ; mais c'eft affés, pour l'vfage, d'en auoir deux, dont l'vn foit proportionné a la moindre diftance des chofes qu'on a couftume de regarder, & l'autre a la plus grande ; ou mefme feulement d'en auoir vn, qui foit moyen entre ces deux. Car les yeux aufquels on les veut approprier, n'eftans point tout a fait inflexibles, peuuent ayfement affés changer leur figure, pour l'accommoder a celle d'vn tel verre.

Que fi on veut, par le moyen auffy d'vn feul verre, faire que les obiets acceffibles, c'eft a dire ceux qu'on peut approcher de l'œil autant qu'on veut, paroiffent beaucoup plus grands, & fe voyent beaucoup plus diftinctement que fans lunetes, le plus commode fera de faire celle des fuperficies de ce verre qui doit eftre tournée vers l'œil toute plate, & donner a l'autre la figure d'vne hyperbole, dont le point bruflant foit au lieu où on voudra mettre l'obiect. Mais notés que ie dis le plus commode, car i'aduoue bien que, donnant a la fuperficie de ce verre la figure d'vne ellipfe, dont le point bruflant | foit auffy au lieu où on voudra mettre l'obiet, & a l'autre celle d'vne partie de Sphere, dont le centre foit au mefme lieu que ce point bruflant, l'effect en pourra eftre vn peu plus grand ; mais en reuanche vn tel verre ne pourra pas fi commodement eftre taillé. Or ce point bruflant, foit de l'hyperbole, foit de l'ellipfe, doit eftre fi proche que, l'obiet, qu'il faut fup-

poſer ſort petit, y eſtant mis, il ne reſte, entre luy & le verre, que iuſtement autant d'eſpace qu'il en faut pour donner paſſage a la lumiere qui doit l'eſclairer. Et il ſaut enchaſſer ce verre en telle ſorte, qu'il n'en reſte rien de découuert que le milieu, qui ſoit enuiron de pareille grandeur que la prunelle, ou meſme vn peu plus petit ; & que la matiere en quoy il ſera enchaſſé ſoit toute noire du coſté qui doit eſtre tourné vers l'œil, où meſme auſſy il ne ſera pas inutile qu'elle ſoit garnie tout autour d'vn bord de panne ou velours noir, afin qu'on la puiſſe commodement appuier tout contre l'œil, & ainſi empeſcher qu'il n'aille vers luy aucune lumiere, que par l'ouuerture du verre. Mais en dehors il ſera bon qu'elle ſoit toute blanche, ou pluſtoſt toute polie, & qu'elle ait la figure d'vn miroir creux, en ſorte qu'elle renuoye ſur l'obiect tous les rayons de la lumiere qui vienent vers elle. Et pour ſouſtenir cet obiet en l'endroit où il doit eſtre poſé pour eſtre vû, ie ne deſapprouue pas ces petites fioles de verre ou de criſtal fort tranſparent, dont l'vſage eſt deſia en France aſſés commun. Mais, pour rendre la choſe plus exacte, il vaudra encore mieux qu'il y ſoit tenu ferme par vn ou deux petits reſſors en forme de bras, qui ſortent du chaſſis de la lunete. Enfin, pour ne manquer point de lumiere, il fau|dra, en regardant cet obiet, le tourner tout droit vers le ſoleil. Comme ſi A eſt le verre, C la partie interieure de la matiere en laquelle

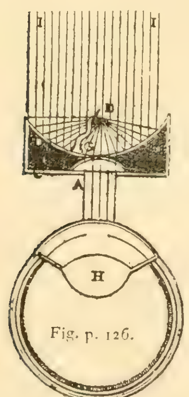


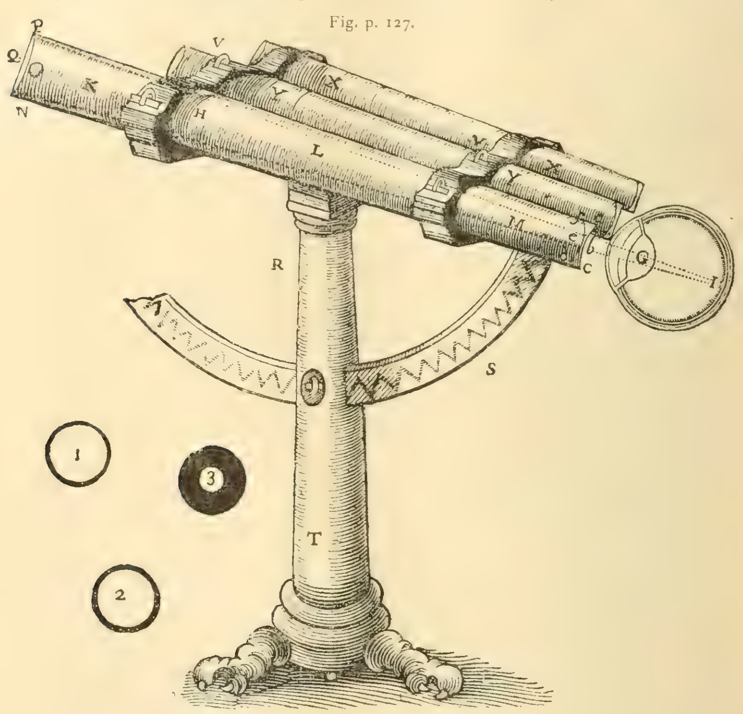
Fig. p. 126.

il eſt enchaſſé, D l'exterieure, E l'obiet, G le petit bras qui le ſouſtient, H l'œil, & I le ſoleil, dont les rayons ne vont point en l'œil directement, a cauſe de l'interpoſition tant de la lunete que de l'obiet; mais, donnans contre le cors blanc, ou le miroir D, ils ſe refleſchiſſent premierement de là vers E, puis d'E ils ſe refleſchiſſent vers l'œil.

Que ſi on veut faire vne lunete, la plus parfaitte qui puiſſe eſtre, pour ſeruir a voir les Aſtres ou autres obiets fort eſloignés & inacceſſibles, on la doit compoſer de deux verres hyperboliques, l'vn conuexe & l'autre concaue, mis dans les deus bouts d'vn tuyau en la façon que vous voyés icy repreſentée. Et, premierement, *abc*, la ſuperficie du verre concaue *abcdef*, doit auoir la figure d'vne hyperbole, qui ait ſon point bruſlant a la diſtance a laquelle l'œil, pour lequel on prepare cete lunete, peut voir le plus diſtinctement ſes obiets. Comme icy, l'œil G eſtant diſpoſé a voir plus diſtinctement les obiets qui ſont vers H qu'aucuns autres, H doit eſtre le point bruſlant de l'hyperbole *abc*: & pour les vieillars, qui voyent mieux les obiets fort eſloignés que les proches, cete ſuperficie *abc* doit eſtre toute plate; au lieu que, pour ceux qui ont la veuë fort courte, elle doit eſtre | aſſés concaue. Puis l'autre ſuperficie *def* doit auoir la figure d'vne autre hyperbole, dont le point bruſlant I ſoit eſloigné d'elle de la largeur d'vn pouce, ou enuiron, en ſorte qu'il ſe rencontre vers le fonds de l'œil, lors que ce verre eſt appliqué tout contre ſa ſuperficie. Notés toutesfois que ces proportions ne ſont pas ſi abſolument neceſſaires, qu'elles ne puiſſent beaucoup eſtre | chan-

gées, en ſorte que, ſans tailler autrement la ſuperficie *a b c*, pour ceux qui ont la veuë courte ou longue, que pour les autres, on peut aſſés commodement ſe ſeruir d'vne meſme lunete pour toutes ſortes d'yeux, en al-

Fig. p. 127.



longeant ſeulement ou accourciſſant le tuyau. Et pour la ſuperficie *def*, peuteſtre qu'a cauſe de la difficulté qu'on aura a la creuſer tant comme i'ay dit, il ſera plus ayſé de luy donner la figure d'vne hyperbole, dont le point bruſlant ſoit vn peu plus eſloigné : ce que l'experience enſeignera mieux que mes raiſons. Et ie puis

ſeulement dire en general que, les autres choſes eſtant eſgales, d'autant que ce point I ſera plus proche, d'autant les obiets paroiſtront plus grands, a cauſe qu'il faudra diſpoſer l'œil comme s'ils eſtoient plus prés de luy; & que la viſion pourra eſtre plus forte & plus claire, a cauſe que l'autre verre pourra eſtre plus grand; mais qu'elle ne ſera pas ſi diſtincte, ſi on le rend par trop proche, a cauſe qu'il y aura pluſieurs rayons qui tomberont trop obliquement ſur ſa ſuperficie au pris des autres. Pour la grandeur de ce verre, la portion qui en demeure découuerte, lors qu'il eſt enchaſſé dans le tuyau KLM, n'a beſoin d'exceder que de fort peu la plus grande ouuerture de la prunelle. Et pour ſon eſpaiſſeur, elle ne ſçauroit eſtre trop petite; car, encore qu'en l'augmentant on puiſſe faire que l'image des obiets ſoit vn peu plus grande, a cauſe que les rayons qui vienent de diuers poins s'eſcartent vn peu plus du coſté de l'œil, on fait auſſy en reuanche qu'ils paroiſſent en moindre quantité & moins clairs; & l'auantage de faire que leurs images deuienent plus grandes, ſe peut mieux gaigner par autre | moyen. Quant au verre conuexe NOPQ, ſa ſuperficie NQP, qui eſt tournée vers les obiets, doit eſtre toute plate; & l'autre, NOP, doit auoir la figure d'vne hyperbole, dont le point bruſlant I tombe exactement au meſme lieu que celuy de l'hyperbole *def* de l'autre verre, & ſoit d'autant plus eſloigné du point O qu'on veut auoir vne lunete plus parfaitte. En ſuite de quoy la grandeur de ſon diametre NP ſe determine par les deux lignes droites I*d*N & I*f*P, tirées du point bruſlant I par *d* & *f*, les extremités du diametre du verre hyperbolique

def, que ie ſuppoſe eſgaler celuy de la prunelle. Où toutesfois il faut remarquer qu'encore que le diametre de ce verre NOPQ ſoit plus petit, les obiets n'en paroiſtront que d'autant plus diſtincts, & n'en paroiſtront pas moindres pour cela, ny en moindre quantité, mais ſeulement moins eſclairés. C'eſt pourquoy, lors qu'ils le ſont trop, on doit auoir diuers cercles de carton noir, ou autre telle matiere, comme 1, 2, 3, pour couurir ſes bords, & le rendre par ce moyen le plus petit que la force de la lumiere qui vient des obiets pourra permettre. Pour ce qui eſt de l'eſpaiſſeur de ce verre, elle ne peut de rien profiter, ny auſſy de rien nuire, ſinon en tant que le verre n'eſt iamais ſi pur & ſi net, qu'il n'empeſche touſiours le paſſage de quelque peu plus de rayons que ne fait l'air. Pour le tuyau KLM, il doit eſtre de quelque matiere aſſés ferme & ſolide, afin que les deux verres enchaſſés en ſes deux bouts y retienent touſiours exactement leur meſme ſituation. Et il doit eſtre tout noir par le dedans, & meſme auoir vn bord de pane ou velours noir vers M, affin qu'on puiſſe, | en l'appliquant tout contre l'œil, empeſcher qu'il n'y entre aucune lumiere que par le verre NOPQ. Et pour ſa longueur & ſa largeur, elles ſont aſſés determinées par la diſtance & la grandeur des deux verres. Au reſte, il eſt beſoin que ce tuyau ſoit attaché ſur quelque machine, comme RST, par le moyen de laquelle il puiſſe eſtre commodement tourné de tous coſtés, & areſté vis a vis des obiets qu'on veut regarder. Et, a cet effect, il doit y auoir auſſy vne mire ou deux pinnules, comme V, V, ſur cete machine; & meſme, outre cela, pource que, d'autant que ces lunetes ſont

que les obiets paroiſſent plus grands, d'autant en peuuent elles moins faire voir a chaſque fois, il eſt beſoin d'en ioindre auec les plus parfaittes quelques autres de moindre force, par l'ayde deſquelles on puiſſe, comme par degrés, venir a la connoiſſance du lieu où eſt l'obiet que ces plus parfaittes font apperceuoir. Comme font icy XX & YY, que ie ſuppoſe tellement aiuſtées auec la plus parfaite QLM, que, ſi on tourne la machine en telle ſorte que, par exemple, la planete de Iupiter paroiſſe au trauers des deus pinnules V, V, elle paroiſtra auſſy au trauers de la lunete XX, par laquelle, outre Iupiter, on pourra auſſy diſtinguer ces autres moindres planetes qui l'accompaignent; & ſi on fait que quelqu'vne de ces moindres planetes ſe rencontre iuſtement au milieu de cete lunete XX, elle ſe verra auſſy par l'autre YY, où paroiſſant ſeule & beaucoup plus grande que par la precedente, on y pourra diſtinguer diuerſes regions : & derechef, entre ces diuerſes regions, celle du melieu ſe verra par la lunete KLM, & on y pourra diſtinguer pluſieurs choſes | particulieres par ſon moyen; mais on ne pourroit ſçauoir que ces choſes fuſſent en tel endroit de la telle des planetes qui accompaignent Iupiter, ſans l'ayde des deux autres, ny auſſy la diſpoſer a monſtrer ce qui eſt en tout autre endroit determiné vers lequel on veut regarder.

On pourra encore adiouſter vne ou pluſieurs autres lunetes plus parfaittes auec ces trois, au moins ſi l'artifice des hommes peut paſſer ſi auant. Et il n'y a point de difference entre la façon de ces plus parfaittes & de celles qui le ſont moins, ſinon que leur

verre conuexe doit eſtre plus grand, & leur point bruſlant plus eſloigné. En ſorte que, ſi la main des ouuriers ne nous manque, nous pourrons par cete inuention voir des obiets auſſy particuliers & auſſy petits, dans les Aſtres, que ceux que nous voyons communement ſur la terre.

Enfin, ſi on veut auoir vne lunete qui face voir les obiets proches & acceſſibles le plus diſtinctement qu'il ſe peut, & beaucoup plus que celle que i'ay tantoſt deſcrite pour meſme effect, on la doit auſſy compoſer de deux verres hyperboliques, l'vn concaue & l'autre conuexe, enchaſſés dans les deux bouts d'vn tuyau, & dont le concaue *abcdef* ſoit tout ſemblable a celuy de la precedente, comme auſſy NOP, la ſuperficie interieure du conuexe. Mais, pour l'exterieure NRP, au lieu qu'elle eſtoit toute plate, elle doit icy eſtre fort conuexe, & auoir la figure d'vne hyperbole, dont le point bruſlant exterieur Z ſoit ſi proche que, l'obiet y eſtant mis, il ne reſte entre luy & le verre qu'autant d'eſpace qu'il en faut pour donner paſſage a la lumiere qui doit l'eſclairer. | Puis le diametre de ce verre n'a pas beſoin d'eſtre ſi grand que pour la lunete precedente, ny ne doit pas auſſy eſtre ſi petit que celuy du verre A de l'autre d'auparauant[a]; mais il doit a peu prés eſtre tel que la ligne droite NP paſſe par le point bruſlant interieur de l'hyperbole NRP : car, eſtant moindre, il receuroit moins de rayons de l'obiet Z ; & eſtant plus grand, il n'en receuroit que fort peu dauantage ; en ſorte que, ſon eſpaiſſeur deuant eſtre a proportion beaucoup plus augmentée qu'auparauant, elle

a. « Voyés en la page 126 » (figure page 200 ci-avant).

leur ofteroit bien autant de leur force que fa grandeur leur en donneroit, &, outre cela, l'obiet ne pourroit pas eftre tant efclairé. Il fera bon auffy | de pofer cete lunete fur quelque machine comme ST, qui la tiene directement tournée vers le foleil. Et il faut enchaffer le verre NOPR dans le milieu d'vn miroir creux pa-

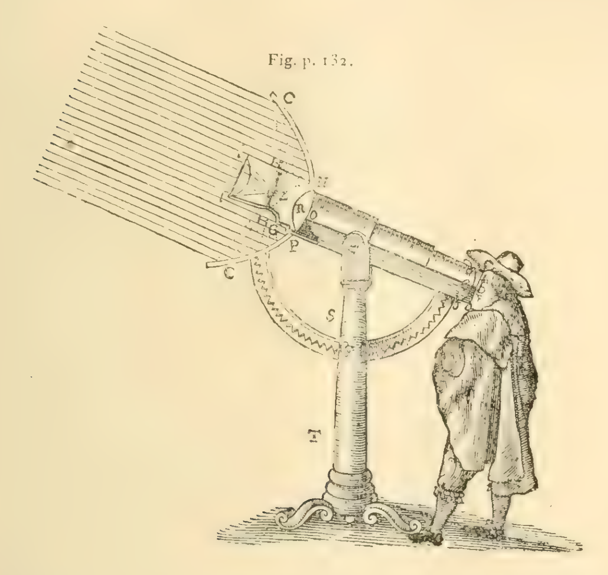


Fig. p. 132.

rabolique, comme CC, qui raffemble tous les rayons du foleil au point Z, fur l'obiet qui doit y eftre fouftenu par le petit bras G, qui forte de quelqu'endroit de ce miroir. Et ce bras doit auffy fouftenir, autour de cet obiet, quelque cors noir & obfcur, comme HH, iuftement de la grandeur du verre NOPR, afin qu'il empefche qu'aucuns des rayons du foleil ne tombent directement fur ce verre; car, de là, entrans dans le

tuyau, quelques vns d'eux fe pourroient reflefchir vers l'œil & affoiblir d'autant la vifion, pource qu'encore que ce tuyau doiue eftre tout noir par le dedans, il ne le peut eftre toutesfois fi parfaitement que fa matiere ne caufe toufiours quelque peu de reflexion, lorfque la lumiere eft fort viue, ainfi qu'eft celle du foleil. Outre cela, ce cors noir HH doit auoir vn trou au milieu, marqué Z, qui foit de la grandeur de l'obiet, afin que, fi cet obiet eft en quelque façon tranfparent, il puiffe auffy eftre efclairé par les rayons qui vienent directement du foleil ; ou mefme encore, fi befoin eft, par ces rayons ramaffés au point Z par vn verre bruflant, comme II, de la grandeur du verre NOPR, en forte qu'il viene de tous coftés autant de lumiere fur l'obiet, qu'il en peut fouffrir fans en eftre confumé. Et il fera ayfé de couurir vne partie de ce miroir CC, ou de ce verre II, pour empefcher qu'il n'y en puiffe venir trop. Vous voyés bien pourquoy i'ay icy tant de foin de faire que l'obiet foit fort efclairé, & qu'il viene beaucoup de fes rayons vers l'œil ; car le verre | NOPR, qui en cete lunete fait l'office de la prunelle, & dans lequel fe croifent ceux de ces rayons qui vienent de diuers poins, eftant beaucoup plus proche de l'obiet que de l'œil, eft caufe qu'ils s'eftendent, fur les extremités du nerf optique, en vn efpace beaucoup plus grand que n'eft la fuperficie de l'obiet d'où ils vienent ; & vous fçaués qu'ils y doiuent auoir d'autant moins de force qu'ils y font plus eftendus, comme on voit, au contraire, qu'eftans raffemblés en vn plus petit efpace par vn miroir ou verre bruflant, ils en ont plus. Et c'eft de là que depend la lon-

gueur de cete lunete, c'eſt a dire la diſtance qui doit eſtre entre l'hyperbole NOP & ſon point bruſlant. Car, d'autant qu'elle eſt plus longue, d'autant l'image de l'obiet eſt plus eſtendue dans le fonds de l'œil, ce qui fait que toutes ſes petites parties y ſont plus diſtinctes. Mais cela meſme affoibliſt auſſy tellement leur action, qu'enfin elle ne pourroit plus eſtre ſentie, ſi cete lunete eſtoit par trop longue. En ſorte que ſa plus grande longueur ne peut eſtre determinée que par l'experience, & meſme elle varie, ſelon que les obiets peuuent plus ou moins auoir de lumiere, ſans en eſtre conſumés. Ie ſçay bien qu'on pourroit encore adiouſter quelques autres moyens pour rendre cete lumiere plus forte; mais, outre qu'ils ſeroient plus malayſés a mettre en pratique, a peine trouueroit on des obiets qui en peuſſent ſouffrir dauantage. On pourroit bien auſſy, au lieu du verre hyperbolique NOPR, en trouuer d'autres qui receuroient quelque peu plus grande quantité de rayons; mais, ou ils ne feroient pas que ces rayons, venans de diuers poins de l'obiet, s'aſſemblaſſent ſi exactement vers l'œil en autant | d'autres diuers poins; ou il faudroit y employer deux verres au lieu d'vn, en ſorte que la force de ces rayons ne ſeroit pas moins diminuée par la multitude des ſuperficies de ces verres, qu'elle ſeroit augmentée par leurs figures; & enfin l'execution en ſeroit de beaucoup plus difficile. Seulement vous veus-ie encore auertir que, ces lunetes ne pouuant eſtre appliquées qu'a vn ſeul œil, il ſera mieux de bander l'autre, ou le couurir de quelque voile fort obſcur, afin que ſa prunelle demeure la plus ouuerte qu'il ſe pourra, que de

le laiſſer expoſé a la lumiere, ou de le fermer par l'ayde des muſcles qui meuuent ſes paupieres; car il y a ordinairement telle connexion entre les deux yeux, que l'vn ne ſçauroit gueres ſe mouuoir en aucune façon, que l'autre ne ſe diſpoſe a l'imiter. De plus, il ne ſera pas inutile, non ſeulement d'appuier cete lunete tout contre l'œil, en ſorte qu'il ne puiſſe venir vers luy aucune lumiere que par elle, mais auſſy d'auoir auparauant attendri ſa veuë en ſe tenant en lieu obſcur, & d'auoir l'imagination diſpoſée comme pour regarder des choſes fort eſloignées & fort obſcures, afin que la prunelle s'ouure d'autant plus, & ainſi qu'on en puiſſe voir vn obiet d'autant plus grand. Car vous ſçaués que cete action de la prunelle ne ſuit pas immediatement de la volonté qu'on a de l'ouurir, mais pluſtoſt de l'idée ou du ſentiment qu'on a de l'obſcurité & de la diſtance des choſes qu'on regarde.

Au reſte, ſi vous faites vn peu de reflexion ſur tout ce qui a eſté dit cy deſſus, & particulierement ſur ce que nous auons requis de la part des organes exterieurs pour rendre la viſion la plus parfaitte qu'elle puiſſe eſtre, il ne | vous ſera pas malayſé a entendre que, par ces diuerſes façons de lunetes, on y adiouſte tout ce que l'art y peut adiouſter, ſans qu'il ſoit beſoin que ie m'arreſte a vous en deduire la preuue plus au long. Il ne vous ſera pas malayſé non plus a connoiſtre que toutes celles qu'on a euës iuſques icy n'ont pû aucunement eſtre parfaittes, vû qu'il y a trés grande difference entre la ligne circulaire & l'hyperbole, & qu'on a ſeulement taſché, en les faiſant, a ſe ſeruir de celle là, pour les effects auſquels i'ay de-

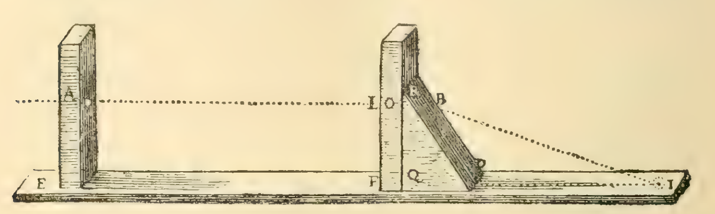
monſtré que celle cy eſtoit requiſe. En ſorte qu'on n'a iamais ſceu rencontrer que lors qu'on a failli ſi heureuſement, que, penſant rendre ſpheriques les ſuperficies des verres qu'on a taillés, on les a rendues hyperboliques, ou de quelqu'autre figure equiualente. Et cecy a principalement empeſché qu'on n'ait pû bien faire les lunetes qui ſeruent a voir les obiets inacceſſibles ; car leur verre conuexe doit eſtre plus grand que celuy des autres ; &, outre qu'il eſt moins ayſé de rencontrer en beaucoup qu'en peu, la difference qui eſt entre la figure hyperbolique & la ſpherique eſt bien plus ſenſible vers les extremités du verre que vers ſon centre. Mais, a cauſe que les artiſans iugeront peut eſtre qu'il y a beaucoup de difficulté a tailler les verres exactement ſuiuant cete figure hyperbolique, ie taſcheray encore icy de leur donner vne inuention, par le moyen de laquelle ie me perſuade qu'ils en pourront aſſés commodement venir a bout. |

DE LA FAÇON DE TAILLER LES VERRES.

Diſcours Dixieſme.

Aprés auoir choiſi le verre ou le criſtal dont on a deſſein de ſe ſeruir, il eſt, premierement, beſoin de chercher la proportion qui, ſuiuant ce qui a eſté dit cy deſſus, ſert de meſure a ſes refractions ; & on la

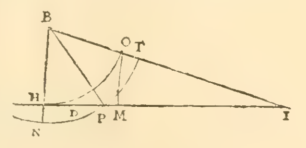
pourra commodement trouuer par l'ayde d'vn tel inſtrument. EFI eſt vne planche ou vne reigle toute plate & toute droite, & faitte de telle matiere qu'on voudra, pouruû qu'elle ne ſoit ny trop luiſante, ny tranſparente, affin que la lumiere, donnant deſſus, puiſſe facilement y eſtre diſcernée de l'ombre. EA & FL ſont deux pinnules, c'eſt a dire deux petites lames, de telle matiere auſſy qu'on voudra, pouruû qu'elle ne ſoit pas



tranſparente, eſleuées a plomb ſur EFI, & dans leſquelles il y a deux petits trous ronds, A & L, poſés iuſtement vis a vis l'vn de l'autre, en ſorte que le rayon AL, paſſant au trauers, ſoit parallele a la ligne EF. Puis RPQ eſt vne piece du verre que vous voulés eſprouuer, taillée en forme de triangle, dont l'angle RQP eſt droit, & PRQ eſt plus aigu que RPQ. Les trois coſtés RQ, QP & RP, ſont trois faces toutes plates & polies, en ſorte que, la face QP eſtant appuiée contre la planche EFI, & l'autre face QR contre la pinnule FL, le rayon du ſoleil qui paſſe par les deux trous A & L penetre iuſques a B au trauers du verre PQR ſans y ſouffrir aucune refraction, a cauſe qu'il rencontre perpendiculairement ſa ſuperficie RQ. Mais, eſtant paruenu au point B, où il rencontre obliquement ſon autre ſuperficie RP, il n'en peut ſortir ſans ſe

courber vers quelque point de la planche EF, comme par exemple vers I. Et tout l'vſage de cet inſtrument ne conſiſte qu'a faire ainſi paſſer le rayon du ſoleil par ces trous A & L, affin de connoiſtre par ce moyen le rapport qu'a le point I, c'eſt a dire le centre de la petite ouale de lumiere que ce rayon deſcrit ſur la planche EFI, auec les deux autres poins B & P, qui ſont : B, celuy où la ligne droite qui paſſe par les centres de ces deux trous A & L ſe termine ſur la ſuperficie RP; & P, celuy où cete ſuperficie RP & celle de la planche EFI ſont couppées par le plan qu'on imagine paſſer par les poins B & I, & enſemble par les centres des deux trous A & L.

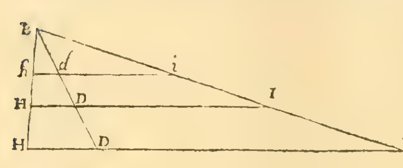
Or, connoiſſant ainſi exactement ces trois poins B, P, I, & par conſequent auſſy le triangle qu'ils determinent, on doit transferer ce triangle auec vn compas ſur du papier ou quel'qu'autre plan fort vni, puis du centre B deſcrire par le point P le



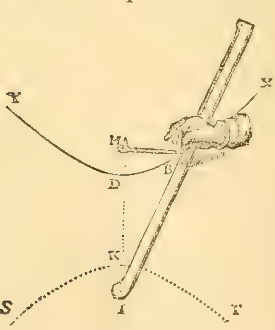
cercle NPT, & ayant pris l'arc NP eſgal a PT, tirer la ligne droite BN qui couppe IP prolongée au point H; puis derechef, du centre B par H deſcrire le cercle HO qui couppe BI au point O; & on aura la proportion qui eſt entre les lignes HI & OI pour la meſure commune de toutes les refractions qui peuuent eſtre cauſées par la difference qui eſt entre l'air & le verre qu'on examine. De quoy ſi on n'eſt pas encore certain, on pourra faire tailler du meſme verre d'autres petits triangles rectangles differens de cetuy cy, &, ſe ſeruant d'eux en meſme ſorte pour chercher cete proportion,

on la trouuera toufiours femblable, & ainfi on n'aura aucune occafion de douter que ce ne foit veritablement celle qu'on cherchoit. Que fi, aprés cela, dans la ligne droite HI, on prend MI efgale a OI, & HD efgale a DM, on aura D pour le fommet, & H & I pour les poins bruflans de l'hyperbole dont ce verre doit auoir la figure, pour feruir aus lunetes que i'ay defcrites.

Et on pourra rendre ces trois poins H, D, I plus ou moins efloignés qu'ils ne font, de tant qu'on voudra, en tirant feulement vne autre ligne droite parallele a HI plus loin ou plus prés qu'elle du point B, & tirant de ce point B trois lignes droites BH, BD, BI qui la couppent. Comme vous | voyés icy qu'il y a mefme raport entre les trois poins H, D, I, & *h, d, i,* qu'entre les trois H, D, I.



Puis il eft ayfé, ayant ces trois poins, de tracer l'hyperbole en la façon qui a efté cy-deffus expliquée, a fçauoir en plantant deux picquets aux poins H & I, & faifant que la corde mife autour du picquet H foit tellement attachée a la reigle qu'elle ne fe puiffe replier, vers I, plus auant que iufques a D.



Mais fi vous aymés mieux la tracer auec le compas ordinaire, en cherchant plufieurs poins par où elle

paſſe, mettés l'vne des pointes de ce compas au point H; & l'ayant tant ouuert, que ſon autre pointe paſſe vn peu au delà du point D, comme iuſques a 1, du centre H deſcriués le cercle 133; puis, ayant fait M2 eſgale a H1, du centre I, par le point 2, deſcriués le cercle 233, qui couppe le precedent aux poins 33, par leſquels cete hyperbole doit paſ|ſer, auſſy bien que par le point D, qui en eſt le ſommet. Remettés par aprés tout de meſme l'vne des pointes du compas au point H, & l'ouurant en ſorte que ſon autre pointe paſſe vn peu au delà du point 1, comme iuſques a 4, du centre H deſcriués le cercle 466. Puis, ayant pris M5 eſgale a H4, du centre I par 5 deſcriués le cercle 566, qui coupe le precedent aux poins 66 qui ſont dans l'hyperbole; & ainſi, continuant de mettre la pointe du compas au point H, & le reſte comme deuant, vous pouués trouuer tant de poins qu'il vous plaira de cete hyperbole.

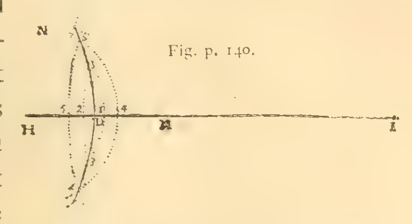
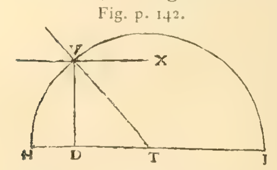


Fig. p. 140.

Ce qui ne ſera peuteſtre pas mauuais pour faire groſſierement quelque modelle qui repreſente a peu prés la figure des verres qu'on veut tailler. Mais pour leur donner exactement cete figure, il eſt beſoin d'auoir quelque autre inuention par le moyen de laquelle on puiſſe deſcrire des hyperboles tout d'vn trait, comme on deſcrit des cercles auec vn compas. Et ie n'en ſçache point de meilleure que la ſuiuante. Premierement, du centre T, qui eſt le milieu de la

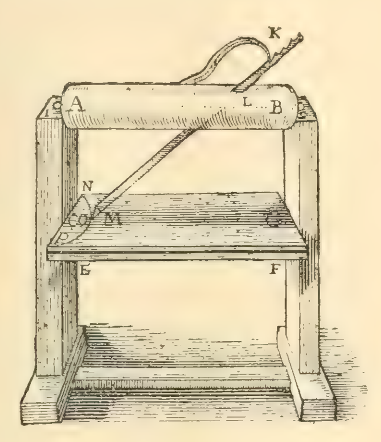
ligne HI, il faut defcrire le cercle HVI, puis du point D efleuer vne perpendiculaire fur HI, qui couppe ce cercle au point V; & de T tirant vne ligne droite par ce point V, on aura l'angle HTV, qui eft tel, que fi on l'imagine tourner en rond autour de l'aiffieu HT, la ligne TV defcrira la fuperficie d'vn Cone,



dans lequel la fection faite par le plan VX parallele a cet aiffieu HT, & fur lequel DV tombe a angles drois, fera vne hyperbole toute femblable & efgale a la precedente. Et tous les autres plans paralleles a cetuy cy coupperont auffy dans ce | Cone des hyperboles toutes femblables, mais inefgales, & qui auront leurs poins bruflans plus ou moins efloignés felon que ces plans le feront de cet aiffieu.

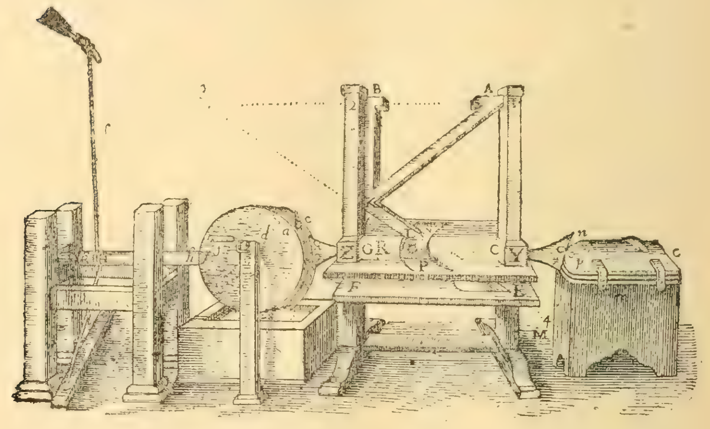
En fuite de quoy on peut faire vne telle machine. AB eft vn tour ou rouleau de bois ou de metal, qui, tournant fur les poles 1, 2, reprefente l'aiffieu HI de l'autre figure. CG, EF font deux lames ou planches toutes plates & vnies, principalement du cofté qu'elles s'entretouchent, en forte que la fuperficie qu'on peut imaginer entre elles deux, eftant parallele au rouleau AB, & coupée a angles droits par le plan qu'on imagine paffer par les points 1, 2, & C, O, G, reprefente le plan VX qui couppe le Cone. Et NP, la largeur de la fuperieure CG, eft efgale au diametre du verre qu'on veut tailler, ou tant foit peu plus grande. Enfin KLM eft vne reigle qui, tournant auec le rouleau AB fur les poles 1, 2, en forte que l'angle ALM demeure toufiours efgal a HTV, reprefente la ligne TV

qui deſcrit le Cone. Et il faut penſer que cete reigle eſt tellement paſſée au trauers de ce rouleau, qu'elle peut ſe hauſſer & ſe baiſſer en coulant dans le trou L, qui eſt iuſtement de ſa groſſeur ; & meſme qu'il y a quelque part, comme vers K, vn pois ou reſſort, qui la preſſe touſiours contre la lame CG, par qui elle eſt ſouſtenue & empeſchée de paſſer outre ; &, de plus, que ſon extremité M eſt vne pointe d'acier bien trempée, qui a la force de coupper cete lame CG, mais non pas l'autre EF qui eſt deſſous. D'où il eſt manifeſte | que, ſi on fait mouuoir cete reigle KLM ſur les poles 1, 2, en ſorte que la pointe d'acier M paſſe d'N par O vers P, & reciproquement de P par O vers N, elle diuiſera cette lame CG en deux autres, CNOP & GNOP, dont le coſté NOP ſera terminé d'vne ligne tranchante, conuexe en CNOP, & concaue en GNOP, qui aura exactement la figure d'vne hyperbole. Et ces deux lames, CNOP, GNOP, eſtant d'acier ou autre matiere fort dure, pourront ſeruir non ſeulement de modelles, mais peut eſtre auſſy d'outils ou inſtrumens pour tailler certaines rouës, dont ie diray tantoſt que les verres doiuent tirer leurs figures. Toutesfois il y a encore icy quelque defaut en ce que, la pointe d'acier M eſtant



vn peu autrement tournée lors qu'elle eſt vers N ou vers P, que lors qu'elle eſt vers O, le fil ou le tranchant qu'elle donne a ces outils ne peut eſtre par tout eſgal. Ce qui me fait croire qu'il vaudra mieus ſe ſeruir de la machine ſuiuante, nonobſtant qu'elle ſoit vn peu plus compoſée*.

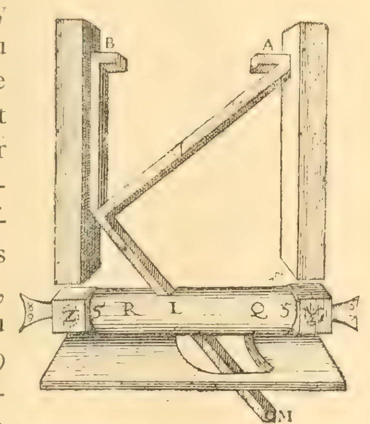
ABKLM n'eſt qu'vne ſeule piece, qui ſe meut toute entiere ſur les poles 1, 2, & dont la partie ABK peut auoir | telle figure qu'on voudra, mais KLM doit auoir



celle d'vne reigle ou autre tel cors, dont les lignes qui terminent ſes ſuperficies ſoient paralleles; & elle doit eſtre tellement inclinée, que la ligne droite 43, qu'on imagine paſſer par le centre de ſon eſpaiſſeur, eſtant prolongée iuſques a celle qu'on imagine paſſer par les poles 1, 2, y face vn angle 234 eſgal a celuy qui a tantoſt eſté marqué des lettres HTV[a]. CG, EF ſont deux planches paralleles a l'aiſſieu 12, & dont les ſuperficies qui

a. « Voyés en la figure de la page 142. » (P. 216 ci-avant.)

ſe regardent ſont fort plates & vnies, & couppées a angles drois par le plan 12GOC. Mais, au lieu de s'entretoucher comme deuant, elles ſont icy iuſtement autant eſloignées l'vne de l'autre qu'il eſt beſoin pour donner paſſage entre elles deux a vn cylindre ou roulleau QR, qui eſt exactement rond, & par tout d'eſgale groſſeur. Et, | de plus, elles ont chaſcune vne fente NOP, qui eſt ſi longue & ſi large, que la reigle KLM, paſſant par dedans, peut ſe mouuoir ça & là ſur les poles 1, 2, tout autant qu'il eſt beſoin pour tracer entre ces deux planches vne partie d'vne hyperbole, de la grandeur du diametre des verres qu'on veut tailler.

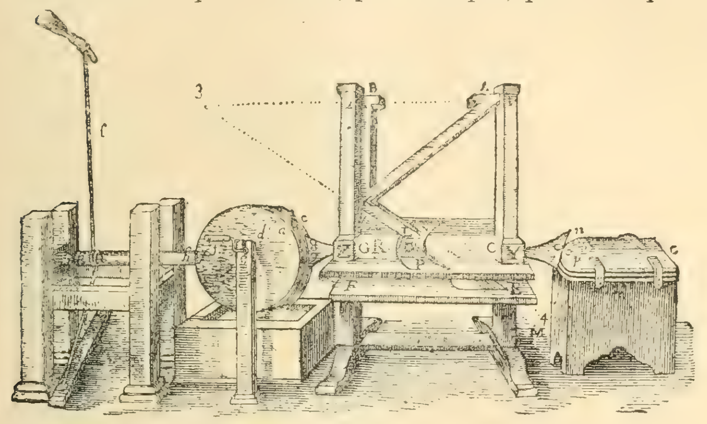


Et cete reigle eſt auſſy paſſée au trauers du roulleau QR, en telle façon que, le faiſant mouuoir auec ſoy ſur les poles 1, 2, il demeure neantmoins touſiours enfermé entre les deus planches CG, EF, & parallele a l'aiſſieu 12. Enfin Y67 & Z89 ſont les outils qui doiuent ſeruir a tailler en hyperbole tel cors qu'on voudra, & leurs manches Y, Z ſont de telle eſpaiſſeur que leurs ſuperficies, qui ſont toutes plates, touchent exactement de part & d'autre celles des deux planches CG, EF, ſans qu'ils laiſſent pour cela de gliſſer entre deux, a cauſe qu'elles ſont fort polies. Et ils ont chaſcun vn trou rond, 5, 5, dans

lequel l'vn des bouts du roulleau QR eſt tellement enfermé, que ce roulleau peut bien ſe tourner autour de la ligne droite 55 qui eſt comme ſon aiſſieu, ſans les faire tourner auec ſoy, a cauſe|que leurs ſuperficies plates, eſtant engagées entre les planches, les en empeſchent; mais qu'en quelque autre façon qu'il ſe meuue, il les contraint de ſe mouuoir auſſy auec luy. Et de tout cecy il eſt manifeſte que, pendant que la reigle KLM eſt pouſſée d'N vers O & d'O vers P, ou de P vers O & d'O vers N, faiſant mouuoir auec ſoy le roulleau QR, elle fait mouuoir par meſme moyen ces outils Y 67 & Z 89, en telle façon que le mouuement particulier de chaſcune de leurs parties deſcrit exactement la meſme hyperbole que fait l'interſection des deux lignes 34 & 55, dont l'vne, a ſçauoir 34, par ſon mouuement deſcrit le cone, & l'autre, 55, deſcrit le plan qui le couppe. Pour les pointes ou tranchans de ces outils, on les peut faire de diuerſes façons, ſelon les diuers vſages auſquels on les veut employer. Et pour donner la figure aux verres conuexes, il me ſemble qu'il ſera bon de ſe ſeruir premierement de l'outil Y 67, & d'en tailler pluſieurs lames d'acier preſque ſemblables a CNOP, qui a tantoſt eſté deſcrite; puis, tant par le moyen de ces lames que de l'outil Z 89, de creuſer vne rouë, comme *d,* tout autour ſelon ſon eſpaiſſeur *abc,* en ſorte que toutes les ſections qu'on peut imaginer y eſtre faites par des plans, dans leſquels ſe trouue *ee* l'aiſſieu de cete rouë, ayent la figure de l'hyperbole que trace cete machine; & enfin, d'attacher le verre qu'on veut tailler ſur vn tour comme *hik,* & l'appliquer contre cete rouë *d,* en telle

ſorte que, faiſant mouuoir ce tour ſur ſon aiſſieu *hk*, en tirant la corde *ll*, & cete rouë auſſy ſur le ſien, en la tournant, le verre mis entre deux prene exactement la figure qu'on luy doit donner.

|Or, touchant la façon de ſe ſeruir de l'outil Y 67, il eſt a remarquer qu'on ne doit tailler que la moitié des lames *cnop* a vne fois, par exemple, que celle qui



eſt entre les poins *n* & *o*. Et, a cet effet, il faut mettre vne barre en la machine vers P, qui empeſche que la reigle KLM, eſtant meuë d'N vers O, ne ſe puiſſe auancer vers P, qu'autant qu'il faut pour faire que la ligne 34, qui marque le milieu de ſon eſpaiſſeur, paruiene iuſques au plan 12 GOC, qu'on imagine coupper les planches a angles droits. Et le fer de cet outil Y 67 doit eſtre de telle figure, que toutes les parties de ſon tranchant ſoient en ce meſme plan, lors que la ligne 34 s'y trouue; & qu'il n'en ait point d'autres ailleurs qui s'auancent au delà vers le coſté marqué P,

mais que tout le tallu de son espaisseur se iette vers N. Au reste, on le peut faire si mousse ou si | aygu, & tant ou si peu incliné, & de telle longueur qu'on voudra, selon qu'on le iugera plus a propos. Puis, ayant forgé les lames *cnop*, & leur ayant donné auec la lime la figure la plus approchante qu'on aura pû de celle qu'elles doiuent auoir, il les faut appliquer & presser contre cet outil Y 67, & faisant mouuoir la reigle KLM d'N vers O, & reciproquement d'O vers N, on taillera l'vne de leurs moitiés. Puis, afin de pouuoir rendre l'autre toute semblable, il doit y auoir vne barre, ou autre telle chose, qui empesche qu'elles ne puissent estre auancées vers cet outil, au delà du lieu où elles se trouuent lors que leur moitié NO est acheuée de tailler; & lors, les en ayant vn peu reculées, il faut changer le fer de cet outil Y 67, & en mettre vn autre en sa place dont le tranchant soit exactement dans le mesme plan & de mesme forme, & autant auancé que le precedent, mais qui ait tout le tallu de son espaisseur ietté vers P, en sorte que, si on appliquoit ces deux fers de plat l'vn contre l'autre, les deux tranchans semblassent n'en faire qu'vn. Puis, ayant transferé vers N la barre qu'on auoit mise auparauant vers P pour empescher le mouuement de la reigle KLM, il faut faire mouuoir cete reigle d'O vers P & de P vers O, iusques a ce que les lames *cnop* soient autant auancées vers l'outil Y 67 qu'auparauant, &, cela estant, elles seront acheuées de tailler.

Pour la rouë *d*, qui doit estre de quelque matiere fort dure, aprés luy auoir donné auec la lime la figure la plus approchante de celle qu'elle doit auoir, qu'on

aura pû, il ſera fort ayſé de l'acheuer, premierement auec les lames *cnop*, pouruû qu'elles ayent eſté au commencement ſi | bien forgées que la trampe ne leur ait rien oſté depuis de leur figure, & qu'on les applique ſur cete rouë en telle ſorte que leur tranchant *nop* & ſon aiſſieu *ee* ſoient en vn meſme plan; &, enfin, qu'il y ait vn reſſort ou contrepois qui les preſſe contre elle, pendant qu'on la fait tourner ſur ſon aiſſieu. Puis auſſy auec l'outil Z 89, dont le fer doit eſtre eſgalement tallué des deus coſtés, & auec cela il peut auoir telle figure quaſi qu'on voudra, pouruû que toutes les parties de ſon tranchant 89 ſoient dans vn plan qui couppe les ſuperficies des planches CG, EF a angles drois. Et, pour s'en ſeruir, on doit faire mouuoir la reigle KLM ſur les poles 1, 2, en ſorte qu'elle paſſe tout de ſuite de P iuſques a N, puis reciproquement d'N iuſques a P, pendant qu'on fait tourner la rouë ſur ſon aiſſieu. Au moyen de quoy, le tranchant de cet outil oſtera toutes les ineſgalités qui ſe trouueront d'vn coſté a l'autre en l'eſpaiſſeur de cete rouë, & ſa pointe toutes celles qui ſe trouueront de haut en bas. Car il doit auoir vn tranchant & vne pointe.

Apprés que cete rouë aura ainſi acquis toute la perfection qu'elle peut auoir, le verre pourra facilement eſtre taillé par les deus diuers mouuemens d'elle & du tour ſur lequel il doit eſtre attaché, pouruû ſeulement qu'il y ait quelque reſſort, ou autre inuention, qui, ſans empeſcher le mouuement que le tour luy donne, le preſſe touſiours contre la rouë, & que le bas de cete rouë ſoit touſiours plongé dans vn vaſe qui contiene le grés, ou l'emeri, ou le tripoli, ou la potée,

ou autre telle matière dont il eſt beſoin de ſe ſeruir pour tailler & polir le verre.

| Et a l'exemple de cecy, vous pouués aſſés entendre en quelle ſorte on doit donner la figure aux verres concaues, a ſçauoir en faiſant, premierement, des lames comme *cnop* auec l'outil Z89, puis taillant vne rouë tant auec ces lames qu'auec l'outil Y67, & tout le reſte en la façon qui vient d'eſtre expliquée. Seulement faut il obſeruer que la rouë dont on ſe ſert pour les conuexes peut eſtre auſſy grande qu'on la voudra faire, mais que celle dont on ſe ſert pour les concaues doit eſtre ſi petite que, lors que ſon centre eſt vis a vis de la ligne 55 de la machine qu'on employe a la tailler, ſa circonference ne paſſe point au deſſus de la ligne 12 de la meſme machine. Et on doit faire mouuoir cete rouë beaucoup plus viſte que le tour, pour polir ces verres concaues, au lieu qu'il eſt mieux, pour les conuexes, de faire mouuoir le tour plus promtement : dont la raiſon eſt que le mouuement du tour vſe beaucoup plus les extremités du verre que le milieu, & qu'au contraire celuy de la rouë les vſe moins. Pour l'vtilité de ces diuers mouuemens, elle eſt fort manifeſte : car, poliſſant les verres auec la main dans vne forme, en la façon qui ſeule a eſté en vſage iuſques a preſent, il feroit impoſſible de rien faire de bien que par haſard, encore que les formes fuſſent toutes parfaites ; & les poliſſant auec le ſeul mouuement du tour ſur vn modelle, tous les petits defauts de ce modelle marqueroient des cercles entiers ſur le verre.

Ie n'adiouſte pas icy les demonſtrations de pluſieurs

choses qui appartienent a la Geometrie : car ceux qui sont vn peu versés en cete science les pourront assés entendre d'eux mesmes, & ie me persuade que les autres se|ront plus ayses de m'en croire, que d'auoir la peine de les lire. Au reste, affin que tout se face par ordre, ie voudrois, premierement, qu'on s'exerçast a polir des verres, plats d'vn costé & conuexes de l'autre, qui eussent la figure d'vne hyperbole dont les poins bruslans fussent a deux ou trois pieds l'vn de l'autre : car cete longeur est suffisante pour vne lunete qui serue a voir assés parfaittement les obiets inaccessibles. Puis ie voudrois qu'on fist des verres concaues de diuerses figures, en les creusant tousiours de plus en plus, iusques a ce qu'on eust trouué par experience la iuste figure de celuy qui rendroit cete lunete la plus parfaitte qu'il soit possible, & la mieux proportionnée a l'œil qui auroit a s'en seruir. Car vous sçaués que ces verres doiuent estre vn peu plus concaues pour ceux qui ont la veuë courte que pour les autres. Or, ayant ainsi trouué ce verre concaue, d'autant que le mesme peut seruir au mesme œil pour toute autre sorte de lunetes, il n'est plus besoin, pour les lunetes qui seruent a voir les obiets inaccessibles, que de s'exercer a faire d'autres verres conuexes qui doiuent estre posés plus loin du concaue que le premier, & a en faire aussy par degrés qui doiuent estre posés de plus en plus loin, iusques a la plus grande distance qu'il se pourra, & qui soient aussy plus grands a proportion. Mais notés que, d'autant que ces verres conuexes doiuent estre posés plus loin des concaues, & par consequent aussy de l'œil, d'autant doiuent ils

eftre taillés plus exactement, a caufe que les mefmes defauts y détournent les rayons d'autant plus loin de l'endroit où ils doiuent aller. Comme, fi le | verre F détourne le rayon CF autant que le verre E détourne AE, en forte que les angles AEG & CFH foient efgaus, il eft manifefte que CF, allant vers H, s'efloigne bien plus du point D où il iroit fans cela, qu'AE ne fait du point B, allant vers G. Enfin, la derniere & principale chofe a quoy ie voudrois qu'on s'exerçaft, c'eft a polir les verres conuexes des deux coftés pour les lunetes qui feruent a voir les obiets acceffibles, & que, s'eftant premierement exercé a en faire de ceux qui rendent ces lunetes fort courtes, a caufe que ce feront les plus ayfés, on tafchaft aprés, par degrés, a en faire de ceux qui les rendent plus longues, iufques a ce qu'on foit paruenu aus plus longues dont on fe puiffe feruir. Et affin que la difficulté que vous pourrés trouuer en la conftruction de ces dernieres lunetes ne vous dégoufte, ie vous veux auertir qu'encore que d'abord leur vfage n'attire pas tant que celuy de ces autres, qui femblent promettre de nous efleuer dans les cieux, & de nous y monftrer fur les aftres des cors auffy particuliers, & peuteftre auffy diuers que ceux qu'on void fur la terre, ie les iuge toutesfois beaucoup plus vtiles, a caufe qu'on pourra voir par leur moyen les diuers meflanges & arrengemens des petites parties dont les animaus & les plantes, & peuteftre auffy les autres cors qui nous enuironnent font compofés, & de là tirer beaucoup d'auantage pour venir a la connoiffance de leur nature. Car, defia

ſelon l'opinion de pluſieurs Philoſophes, tous ces cors ne ſont faits que des parties des elemens diuerſement meſlées enſemble; & ſelon la miene, toute leur nature & | leur eſſence, au moins de ceux qui ſont inanimés, ne conſiſte qu'en la groſſeur, la figure, l'arrangement, & les mouuemens de leurs parties.

Pour la difficulté qui ſe rencontre, lors qu'on voute ou creuſe ces verres des deus coſtés, a faire que les ſommets des deux hyperboles ſoient directement opposés l'vn a l'autre, on y pourra remedier en arondiſſant ſur le tour leur circonference, & la rendant exactement eſgale a celle des manches auſquels on les doit attacher pour les polir; puis, lors qu'on les y attache, & que le plaſtre, ou la poix & le ciment dont on les y ioint, eſt encore frais & flexible, en les faiſant paſſer auec ces manches par vn anneau dans lequel ils n'entrent qu'a peine. Ie ne vous parle point de pluſieurs autres particularités qu'on doit obſeruer en les taillant, ny auſſy de pluſieurs autres choſes que i'ay tantoſt dit eſtre requiſes en la conſtruction des lunetes : car il n'y en a aucune que ie iuge ſi difficile qu'elle puiſſe arreſter les bons eſprits; & ie ne me reigle pas ſur la portée ordinaire des artiſans, mais ie veus eſperer que les inuentions que i'ay miſes en ce Traité seront eſtimées aſſés belles & aſſés importantes pour obliger quelques vns des plus curieus & des plus induſtrieus de noſtre ſiecle a en entreprendre l'execution.

Page 82, l. 3. — Le père de Jacob Metius, Adriaen Anthonisz (surnommé *Metius* parce qu'il était originaire de Metz), né en 1527, mort en 1607, mathématicien et ingénieur, s'était établi à Alcmaer; c'est à lui qu'on doit l'approximation bien connue $\pi = \frac{355}{113}$, publiée en 1625 par son fils Adrien Metius (1571-1635). Ce dernier était professeur à l'Université

de Franeker, et Descartes a certainement dû entrer en relations avec lui en 1629. Au contraire, il n'a pas dû connaître personnellement Jacob Metius, qui mourut vers 1630; son témoignage sur l'invention des lunettes d'approche n'en a pas moins une importance majeure, d'autant plus que, dans son premier séjour en Hollande, il aurait dû connaître, par Isaac Beecman, qui était de Middelbourg, la tradition plaçant l'invention dans cette dernière ville, si cette tradition avait déjà pris corps.

Page 141, l. 23. — L'édition originale porte « ses nerfs » (les nerfs de l'œil); l'édition latine, revue par Descartes, donne *hi nervi,* c'est-à-dire *ces nerfs,* comme plus haut, l. 18.

Page 168, l. 3. — Nous avons corrigé le texte original qui porte : « Nous entendrons tousiours parler de l'interieur. » Dans l'édition latine, on lit, en effet, *exterior;* et, d'autre part, c'est bien le foyer appelé ici *exterieur* par Descartes, qu'il désigne couramment ensuite comme *point bruslant,* sans détermination plus précise.

Page 185, l. 17. — La fin du second livre de la *Geometrie* (pages 352 à 368 de l'édition originale) est, en effet, consacrée aux courbes qui satisfont aux conditions dont il s'agit. Ces courbes sont connues sous le nom d'*ovales de Descartes,* et leur invention, qui constitue, en réalité, la première solution d'un *problème inverse des tangentes,* est un des plus remarquables travaux géométriques de cette période.

Page 218, l. 6. — Il est intéressant de rapprocher le *Discours dixiesme* des lettres écrites par Descartes à Ferrier en 1629 (XI et XIII, *Correspondance,* t. I, p. 32 et p. 53). Le principe de la machine de Descartes est toujours le même; obtenir une pièce taillée en hyperbole comme section d'un plan fixe par la génératrice d'un cône de révolution. Mais il revient, dans sa *Dioptrique,* à la conception primitive abandonnée dans la lettre du 8 octobre 1629 (voir t. I, p. 33-34), celle d'un rouleau dont tous les points décriront une hyperbole et dont les extrémités porteront les outils servant à tailler. Toutefois, au lieu de tailler directement le verre, il propose, comme en 1629 à Ferrier, de tailler d'abord des lames et une roue, qui servira pour le travail du verre, suivant un dispositif analogue à celui que Ferrier a indiqué (t. I, p. 47 et p. 59). Quant à la taille de la roue au moyen des lames, Descartes ne parle plus, dans sa *Dioptrique,* de la disposition recommandée dans sa lettre du 13 novembre 1629 (t. I, p. 67-68). Il semble probable qu'il se la réservait, et non pas qu'il en eût abandonné le principe.

FIN.

LES METEORES

LES METEORES

Diſcours Premier.

DE LA NATVRE DES CORS TERRESTRES.

Nous auons naturellement plus d'admiration pour les choſes qui ſont au deſſus de nous, que pour celles qui ſont a pareille hauteur ou au deſſous. Et quoy que les nues n'excedent gueres les ſommets de quelques montaignes, & qu'on en voye, meſme ſouuent, de plus baſſes que les pointes de nos clochers, toutefois, a cauſe qu'il faut tourner les yeux vers le ciel pour les regarder, nous les imaginons ſi releuées, que meſme les Poëtes & les Peintres en compoſent le throſne de Dieu, & font que là il employe ſes propres mains a ouurir & fermer les portes des vens, a verſer la rozée ſur les fleurs, & a lancer la foudre ſur les rochers. Ce qui me fait eſperer que, ſi i'explique icy leur nature, en telle ſorte qu'on n'ait plus occaſion d'admirer rien de ce qui s'y voit ou qui en deſcent, on croyra facilement qu'il eſt poſſible, en meſme façon, de trouuer les cauſes de tout ce qu'il y a de plus admirable deſſus la terre.

Ie parleray, en ce premier diſcours, de la nature des cors terreſtres en general, affin de pouuoir mieus expli|quer, dans le ſuiuant, celle des exhalaiſons & des vapeurs. Puis, a cauſe que ces vapeurs, s'eſleuans de l'eau de la mer, forment quelquefois du ſel au deſſus de ſa ſuperficie, ie prendray de là occaſion de m'areſter vn peu a le deſcrire, & d'eſſayer en luy ſi on peut connoiſtre les formes de ces cors, que les Philoſophes diſent eſtre compoſés des elemens par vn meſlange parfait, auſſy bien que celles des Meteores, qu'ils diſent n'en eſtre compoſés que par vn meſlange imparfait. Aprés cela, conduiſant les vapeurs par l'air, i'examineray d'où vienent les vens. Et les faiſant aſſembler en quelques endroits, ie deſcriray la nature des nues. Et faiſant diſſoudre ces nues, ie diray ce qui cauſe la pluie, la greſle & la neige; où ie n'oublieray pas celle dont les parties ont la figure de petites eſtoiles a ſix pointes tres parfaitement compaſſées, & qui, bien qu'elle n'ait point eſté obſeruée par les anciens, ne laiſſe pas d'eſtre l'vne des plus rares merueilles de la Nature. Ie n'oublieray pas auſſy les tempeſtes, le tonnerre, la foudre & les diuers feus qui s'allument en l'air, ou les lumieres qui s'y voyent. Mais, ſur tout, ie taſcheray de bien depeindre l'arc en ciel, & de rendre raiſon de ſes couleurs, en telle ſorte qu'on puiſſe auſſy entendre la nature de toutes celles qui ſe trouuent en d'autres ſuiets. A quoy i'adiouſteray la cauſe de celles qu'on voit communement dans les nuës, & des cercles qui enuironnent les aſtres; & enfin la cauſe des Soleils, ou des Lunes, qui paroiſſent quelquefois pluſieurs enſemble.

Il eſt vray que la connoiſſance de ces choſes dependant des principes generaus de la Nature, qui n'ont point encore eſté, que ie ſçache, bien expliqués, il faudra que | ie me ſerue, au commencement, de quelques ſuppoſitions, ainſi que i'ay fait en la Dioptrique ; mais ie taſcheray de les rendre ſi ſimples & ſi faciles, que vous ne ferés peuteſtre pas difficulté de les croyre, encore que ie ne les aye point demonſtrées.

Ie ſuppoſe, premierement, que l'eau, la terre, l'air, & tous les autres tels cors qui nous enuironnent, ſont compoſés de pluſieurs petites parties de diuerſes figures & groſſeurs, qui ne ſont iamais ſi bien arrengées, ni ſi iuſtement iointes enſemble, qu'il ne reſte pluſieurs interualles autour d'elles ; & que ces interualles ne ſont pas vuides, mais remplis de cete matiere fort ſubtile, par l'entremiſe de laquelle i'ay dit cy deſſus que ſe communiquoit l'action de la lumiere. Puis, en particulier, ie ſuppoſe que les petites parties dont l'eau eſt compoſée, ſont longues, vnies & gliſſantes, ainſi que de petites anguilles, qui, quoy qu'elles ſe ioignent & s'entrelacent, ne ſe noüent ny ne s'accrochent iamais, pour cela, en telle façon qu'elles ne puiſſent ayſement eſtre ſeparées ; & au contraire, que preſque toutes celles, tant de la terre que meſme de l'air & de la pluſpart des autres cors, ont des figures fort irregulieres & ineſgales ; en ſorte qu'elles ne peuuent eſtre ſi peu entrelacées, qu'elles ne s'accrochent & ſe lient les vnes aus autres, ainſi que font les diuerſes branches des arbriſſeaus, qui croiſſent enſemble dans vne haye. Et lorſqu'elles ſe

lient en cete ſorte, elles compoſent des cors durs, comme de la terre, du bois, ou autres ſemblables : au lieu que, ſi elles ſont ſimplement poſées l'vne ſur l'autre, ſans eſtre que fort peu ou point du tout entrelacées, & qu'elles ſoient auec cela ſi peti|tes, qu'elles puiſſent eſtre meuës & ſeparées par l'agitation de la matiere ſubtile qui les enuironne, elles doiuent occuper beaucoup d'eſpace, & compoſer des cors liquides fort rares & fort legers, comme des huiles ou de l'air. De plus, il faut penſer que la matiere ſubtile, qui rempliſt les interuales qui ſont entre les parties de ces cors, eſt de telle nature qu'elle ne ceſſe iamais de ſe mouuoir ça & là grandement viſte, non point toutefois exactement de meſme viteſſe en tous lieus & en tous tems, mais qu'elle ſe meut communement vn peu plus viſte vers la ſuperficie de la terre, qu'elle ne fait au haut de l'air où ſont les nuës, & plus viſte vers les lieus proches de l'Equateur que vers les Poles, & au meſme lieu plus viſte l'eſté que l'hyuer, & le iour que la nuit. Dont la raiſon eſt euidente, en ſuppoſant que la lumiere n'eſt autre choſe qu'vn certain mouuement, ou vne action, dont les cors lumineus pouſſent cete matiere ſubtile de tous coſtés autour d'eus en ligne droite, ainſi qu'il a eſté dit en la Dioptrique. Car il ſuit de là que les rayons du ſoleil, tant droits que refleſchis, la doiuent agiter dauantage le iour que la nuit, & l'eſté que l'hyuer, & ſous l'Equateur que ſous les Poles, & contre la terre que vers les nues. Puis il faut auſſy penſer que cete matiere ſubtile eſt compoſée de diuerſes parties, qui, bien qu'elles ſoient toutes tres petites, le ſont toutefois

beaucoup moins les vnes que les autres, & que les plus groſſes, ou, pour mieus parler, les moins petites, ont touſiours le plus de ſorce, ainſi que generalement tous les grans cors en ont plus que les moindres, quand ils ſont autant esbranlés. Ce qui fait que, moins cete matiere eſt ſubtile, c'eſt a | dire compoſée de parties moins petites, plus elle peut agiter les parties des autres cors. Et cecy fait auſſy qu'elle eſt ordinairement le moins ſubtile aux lieus & aux tems où elle eſt le plus agitée, comme vers la ſuperficie de la terre que vers les nuës, & ſous l'Equateur que ſous les Poles, & en eſté qu'en hyuer, & de iour que de nuit. Dont la raiſon eſt que les plus groſſes de ſes parties, ayant le plus de force, peuuent le mieux aller vers les lieux où, l'agitation eſtant plus grande, il leur eſt plus ayſé de continuer leur mouuement. Toutefois, il y en a touſiours quantité de fort petites qui ſe coulent parmi ces plus groſſes. Et il eſt a remarquer que tous les cors terreſtres ont bien des pores, par où ces plus petites peuuent paſſer, mais qu'il y en a pluſieurs qui les ont ſi eſtroits, ou tellement diſpoſés, qu'ils ne reçoiuent point les plus groſſes ; & que ce ſont ordinairement ceux cy qui ſe ſentent les plus froids quand on les touche, ou ſeulement quand on s'en approche. Comme, d'autant que les marbres & les metaus ſe ſentent plus froids que le bois, on doit penſer que leurs pores ne reçoiuent pas ſi facilement les parties ſubtiles de cete matiere, & que les pores de la glace les reçoiuent encore moins facilement que ceux des marbres ou des metaus, d'autant qu'elle eſt encore plus froide. Car ie ſuppoſe icy que, pour

le froid & le chaud, il n'eſt point beſoin de conceuoir autre choſe, ſinon que les petites parties des cors que nous touchons, eſtant agitées plus ou moins fort que de couſtume, ſoit par les petites parties de cete matiere ſubtile, ſoit par telle autre cauſe que ce puiſſe eſtre, agitent auſſy plus ou moins les petits filets de ceux de nos nerfs qui | ſont les organes de l'attouchement; & que, lorſqu'elles les agitent plus fort que de couſtume, cela cauſe en nous le ſentiment de la chaleur; au lieu que, lorſqu'elles les agitent moins fort, cela cauſe le ſentiment de la froideur. Et il eſt bien ayſé a comprendre, qu'encore que cete matiere ſubtile ne ſepare pas les parties des cors durs, qui ſont comme des branches entrelacées, en meſme façon qu'elle fait celles de l'eau & de tous les autres cors qui ſont liquides, elle ne laiſſe pas de les agiter & faire trembler plus ou moins, ſelon que ſon mouuement eſt plus ou moins fort, & que ſes parties ſont plus ou moins groſſes : ainſi que le vent peut agiter toutes les branches des arbriſſeaus dont vne paliſſade eſt compoſée, ſans les oſter pour cela de leurs places. Au reſte, il faut penſer qu'il y a telle proportion entre la force de cete matiere ſubtile, & la reſiſtence des parties des autres cors, que, lorſqu'elle eſt autant agitée, & qu'elle n'eſt pas plus ſubtile qu'elle a couſtume d'eſtre en ces quartiers contre la terre, elle a la force d'agiter & de faire mouuoir ſeparement l'vne de l'autre, & meſme de plier la pluſpart des petites parties de l'eau entre leſquelles elle ſe gliſſe, & ainſi de la rendre liquide; mais que, lorſqu'elle n'eſt pas plus agitée, ny moins ſubtile, qu'elle a couſtume d'eſtre

en ces quartiers au haut de l'air, ou qu'elle y eſt quelquefois en hyuer contre la terre, elle n'a point aſſés de force pour les plier & agiter en cete façon, ce qui eſt cauſe qu'elles s'areſtent confuſement iointes & poſées l'vne ſur l'autre, & ainſi qu'elles compoſent vn cors dur, a ſçauoir de la glace. En ſorte que vous pouués imaginer meſme difference entre de l'eau & de | la glace, que vous feriés entre vn tas de petites anguilles, ſoit viues, ſoit mortes, flotantes dans vn batteau de peſcheur tout plein de trous par leſquels paſſe l'eau d'vne riuiere qui les agite, & vn tas des meſmes anguilles, toutes ſeiches & roides de froid ſur le riuage. Et pourceque l'eau ne ſe gele iamais que la matiere qui eſt entre ſes parties ne ſoit plus ſubtile qu'a l'ordinaire, de là vient que les pores de la glace qui ſe forment pour lors, ne s'accommodans qu'a la groſſeur des parties de cete matiere plus ſubtile, ſe diſpoſent en telle ſorte qu'ils ne peuuent receuoir celle qui l'eſt moins; & ainſi que la glace eſt touſiours grandement froide, nonobſtant qu'on la garde iuſques a l'eſté; & meſme qu'elle retient alors ſa dureté, ſans s'amollir peu a peu comme la cire, a cauſe que la chaleur ne penetre au dedans qu'a meſure que le deſſus deuient liquide.

Il y a icy de plus a remarquer qu'entre les parties longues & vnies, dont i'ay dit que l'eau eſtoit compoſée, il y en a veritablement la pluſpart qui ſe plient ou ceſſent de ſe plier ſelon que la matiere ſubtile qui les enuironne a quelque peu plus ou moins de force qu'a l'ordinaire, ainſi que ie viens d'expliquer; mais qu'il y en a auſſy de plus groſſes qui, ne pouuant

ainſi eſtre pliées, compoſent les ſels ; & de plus petites qui, le pouuant eſtre touſiours, compoſent les eſprits ou eaus de vie, qui ne ſe gelent iamais ; & que, lorſque celles de l'eau commune ceſſent du tout de ſe plier, leur figure la plus naturelle n'eſt pas en toutes d'eſtre droites comme des ioncs, mais, en pluſieurs, d'eſtre courbées en diuerſes ſortes : d'où vient qu'elles ne peuuent pour lors ſe renger en ſi peu d'eſpa|ce, que lorſque la matiere ſubtile, eſtant aſſés forte pour les plier, leur fait accommoder leurs figures les vnes aux autres. Il eſt vray auſſy que, lorſqu'elle eſt plus forte qu'il n'eſt requis a cet effect, elle eſt cauſe derechef qu'elles s'eſtendent en plus d'eſpace : ainſi qu'on pourra voir par experience, ſi, ayant rempli d'eau chaude vn matras, ou autre tel vaſe dont le col ſoit aſſés long & eſtroit, on l'expoſe a l'air lorſqu'il gele : car cete eau s'abaiſſera viſiblement peu a peu, iuſques a ce qu'elle ſoit paruenuë a certain degré de froideur, puis s'enflera & ſe rehauſſera auſſy peu a peu, iuſqu'a ce qu'elle ſoit toute gelée : en ſorte que le meſme froid, qui l'aura condenſée ou reſerrée au commencement, la rarefiera par apprés. Et on peut voir auſſy, par experience, que l'eau qu'on a tenuë longtems ſur le feu ſe gele plutoſt que d'autre ; dont la raiſon eſt que celles de ſes parties, qui peuuent le moins ceſſer de ſe plier, s'euaporent pendant qu'on la chauffe.

Mais, affin que vous receuiés toutes ces ſuppoſitions auec moins de difficulté, ſçachés que ie ne conçoy pas les petites parties des cors terreſtres comme des atomes ou particules indiuiſibles, mais que, les

iugeant toutes d'vne mefme matiere, ie croy que chafcune pourroit eftre rediuifée en vne infinité de façons, & qu'elles ne different entre elles que comme des pierres de plufieurs diuerfes figures, qui auroient efté couppées d'vn mefme rocher. Puis, fçachés auffy que, pour ne point rompre la paix auec les Philofophes, ie ne veux rien du tout nier de ce qu'ils imaginent dans les cors de plus que ie n'ay dit, comme leurs *formes fubftantielles*, leurs *qualités reelles*, | & chofes femblables, mais qu'il me femble que mes raifons deuront eftre d'autant plus approuuées, que ie les feray dependre de moins de chofes.

DES VAPEVRS ET DES EXHALAISONS.

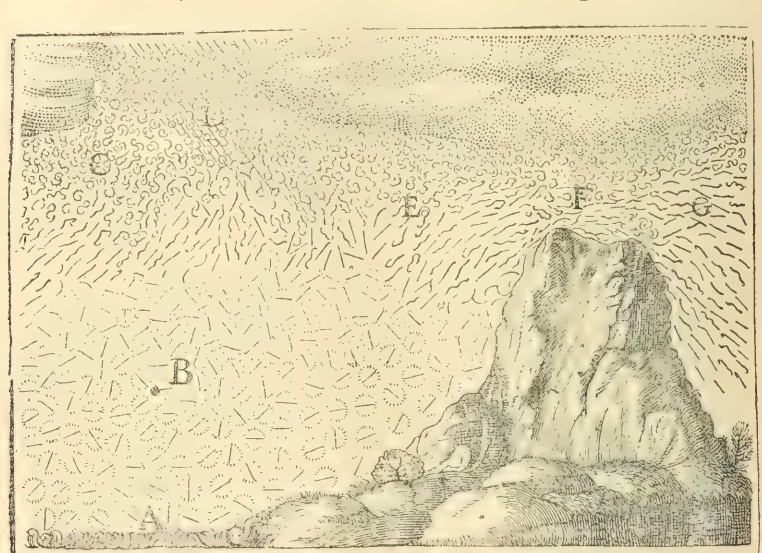
Difcours Second.

Si vous confiderés que la matiere fubtile, qui eft dans les pores des cors terreftres, eftant plus fort agitée vne fois que l'autre, foit par la prefence du foleil, foit par telle autre caufe que ce puiffe eftre, agite auffy plus fort les petites parties de ces cors; vous entendrés facilement qu'elle doit faire que celles qui font affés petites, & auec cela de telles figures ou en telle fituation qu'elles fe peuuent ayfement feparer de leurs voyfines, s'efcartent ça & là les vnes des autres, & s'efleuent en l'air; non point par quelque

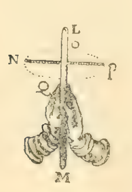
inclination particuliere qu'elles ayent a monter, ou que le ſoleil ait en ſoy quelque force qui les attire, mais ſeulement a cauſe qu'elles ne trouuent point d'autre lieu dans lequel il leur ſoit ſi ayſé de continuer leur mouuement : ainſi que la pouſſiere d'vne campaigne ſe ſouſleue, quand elle eſt ſeulement pouſſée & agitée par les pieds de quelque paſſant. Car, encore que les grains de cete pouſſiere ſoient beaucoup plus gros & plus peſans que les petites parties dont nous parlons, ils ne laiſſent pas pour cela de prendre leur cours vers le ciel. Et meſme on voit qu'ils y montent beau|coup plus haut, lorſqu'vne grande plaine eſt couuerte de gens qui ſe remuënt, que lorſqu'elle n'eſt ſoulée que par vn ſeul homme. Ce qui doit empeſcher qu'on ne s'eſtonne de ce que l'action du ſoleil eſleue aſſés haut les petites parties de la matiere dont ſe compoſent les vapeurs & les exhalaiſons, vû qu'elle s'eſtend touſiours en meſme tems ſur toute vne moitié de la terre, & qu'elle y demeure les iours entiers. Mais remarqués que ces petites parties, qui ſont ainſi eſleuées en l'air par le ſoleil, doiuent pour la pluſpart auoir la figure que i'ay attribuée a celles de l'eau, a cauſe qu'il n'y en a point d'autres qui puiſſent ſi ayſement eſtre ſeparées des cors où elles ſont. Et ce ſeront celles cy ſeules que ie nommeray particulierement des vapeurs, affin de les diſtinguer des autres qui ont des figures plus irregulieres, & auſquelles ie reſtreindray le nom d'exhalaiſons, a cauſe que ie n'en ſçache point de plus propre. Toutefois auſſy, entre les exhalaiſons, ie comprendray celles qui, ayant a peu prés meſme figure que les parties de l'eau, mais eſtant

plus ſubtiles, compoſent les eſprits ou eaus de vie, a cauſe qu'elles peuuent facilement s'embraſer. Et i'en exclueray celles qui, eſtant diuiſées en pluſieurs branches, ſont ſi ſubtiles qu'elles ne ſont propres qu'a compoſer le cors de l'air. Pour celles qui, eſtant vn peu plus groſſieres, ſont auſſy diuiſées en branches, il eſt vray qu'elles ne peuuent gueres ſortir d'elles meſme des cors durs où elles ſe trouuent; mais ſi quelquefois le feu s'eſprand en ces cors, il les en chaſſe toutes en fumée. Et auſſy, lorſque l'eau ſe gliſſe dans leurs pores, elle peut ſouuent les en degager, & les emporter en haut auec | ſoy : en meſme façon que le vent, paſſant au trauers d'vne haye, emporte les feuilles ou les pailles, qui ſe trouuent entrelacées entre ſes branches : ou, plutoſt, comme l'eau meſme emporte vers le haut d'vn alembic les petites parties de ces huiles que les Alchemiſtes ont couſtume de tirer des plantes ſeiches, lorſque, les ayant abbreuées de beaucoup d'eau, ils diſtilent le tout enſemble, & font par ce moyen que le peu d'huile qu'elles contienent monte auec la grande quantité d'eau qui eſt parmi. Car, en effect, la pluſpart de celles cy ſont toutes les meſmes qui ont couſtume de compoſer les cors de ces huiles. Remarqués auſſy que les vapeurs occupent touſiours beaucoup plus d'eſpace que l'eau, bien qu'elles ne ſoient faites que des meſmes petites parties. Dont la raiſon eſt que, lorſque ces parties compoſent le cors de l'eau, elles ne ſe meuuent qu'aſſés fort pour ſe plier, & s'entrelacer, en ſe gliſſant les vnes contre les autres, ainſi que vous les voyés repreſentées vers A : au lieu que, lorſqu'elles ont la

forme d'vne vapeur, leur agitation eſt ſi grande, qu'elles tournent en rond fort promptement de tous coſtés, & s'eſtendent, par meſme moyen, de toute leur longeur, en telle ſorte que chaſcune a la force de chaſſer d'autour de ſoy toutes celles de ſes ſemblables qui tendent



a entrer en la petite ſphere qu'elle deſcrit : ainſi que vous les voyés repreſentées vers B. Et c'eſt en meſme

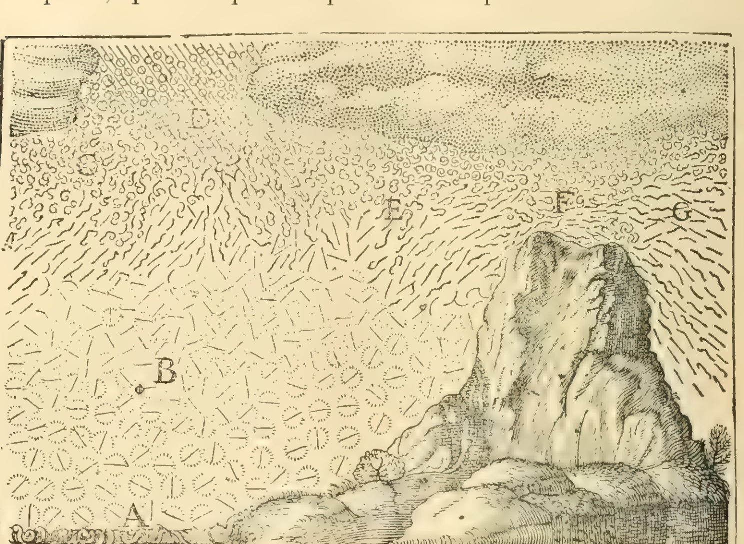


façon que, ſi vous faites tourner aſſés viſte le piuot LM, au trauers duquel eſt paſſée la chorde NP, vous verrés que cete chorde ſe tiendra en l'air toute droite & eſtendue, occupant par ce moyen tout l'eſpace compris dans le | cercle NOPQ, en telle ſorte qu'on n'y pourra mettre aucun autre cors, qu'elle ne

le frappe incontinent auec force, pour l'en chaſſer; au lieu que, ſi vous la faites mouuoir plus lentement, elle s'entortillera de ſoy meſme autour de ce piuot, & ainſi n'occupera plus tant d'eſpace.

De plus, il faut remarquer que ces vapeurs peuuent eſtre plus ou moins preſſées ou eſtendues, & plus ou moins chaudes ou froides, & plus ou moins tranſparentes ou obſcures, & plus ou moins humides ou ſeiches vne fois que l'autre. Car, premierement, lorſque leurs parties, n'eſtant plus aſſés fort agitées pour ſe tenir eſtendues en ligne droite, commencent a ſe plier & ſe rapprocher les vnes des autres, ainſi qu'elles ſont repreſentées vers C & vers D; ou bien, lorſqu'eſtant reſerrées entre des montaignes, ou entre les actions de diuers vens qui, eſtant oppoſés, s'empeſchent les vns les autres d'agiter l'air, ou au deſſous de quelques nuës, elles ne ſe peuuent pas eſtendre en tant d'eſpace que leur agitation le requert, comme vous les pouués voir vers E; ou, enfin, lorſqu'employant la plus grande partie de leur agitation a ſe mouuoir pluſieurs enſemble vers vn meſme coſté, elles ne tournoyent plus ſi fort que de couſtume, ainſi qu'elles ſe voyent vers F, où, ſortant de l'eſpace E, elles engendrent vn vent qui ſouffle vers G; il eſt manifeſte que les vapeurs qu'elles compoſent ſont plus eſpeſſes ou plus ſerrées, que lorſqu'il n'arriue aucune de ces trois choſes. Et il eſt manifeſte auſſy que, ſuppoſant la vapeur qui eſt vers E autant agitée que celle qui eſt vers B, elle doit eſtre beaucoup plus chaude, a cauſe que ſes parties, eſtant plus ſerrées, ont plus de force : en meſme façon que la chaleur d'vn ſer embraſé eſt bien plus ardente

que celle des charbons ou de la flame. Et c'eſt pour cete cauſe qu'on ſent ſouuent en eſté vne chaleur plus forte & plus eſtouffante, lorſque l'air, eſtant calme & comme eſgalement preſſé de tous coſtés, couue vne pluie, que lorſqu'il eſt plus clair & plus ſerein. Pour

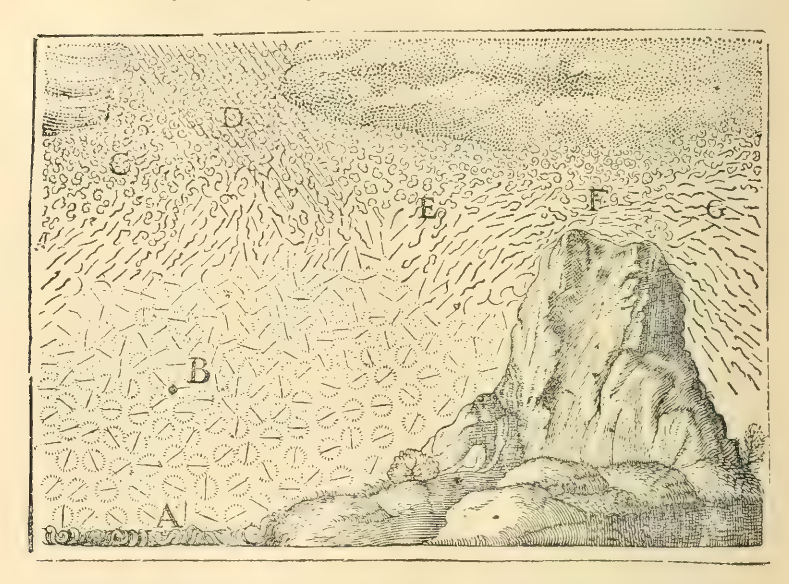


la vapeur qui eſt vers C, elle eſt plus froide que celle qui eſt vers B, nonobſtant que ſes parties ſoient vn peu plus ſerrées, d'autant que ie les ſuppoſe beaucoup moins agitées. Et au contraire celle qui | eſt vers D eſt plus chaude, d'autant que ſes parties ſont ſuppoſées beaucoup plus ſerrées, & ſeulement vn peu moins agitées. Et celle qui eſt vers F eſt plus froide que celle qui eſt vers E, nonobſtant que ſes parties ne ſoient ny moins ſerrées, ny moins agitées, d'autant qu'elles s'ac-

cordent plus a fe mouuoir en mefme fens, ce qui eft caufe qu'elles ne peuuent tant esbranfler les petites parties des autres cors : ainfi qu'vn vent qui fouffle toufiours de mefme façon, quoy que tres fort, n'agite pas tant les feuilles & les branches d'vne foreft, qu'vn plus foible qui eft moins efgal. Et vous pourrés connoiftre, par experience, que c'eft en cete agitation des petites | parties des cors terreftres que confifte la chaleur, fi, foufflant affés fort contre vos doigts ioins enfemble, vous prenés garde que l'haleine qui fortira de voftre bouche vous femblera froide au deffus de voftre main, où, paffant fort vifte & d'efgale force, elle ne caufera gueres d'agitation; au lieu que vous la fentirés affés chaude dans les entredeux de vos doigs, où, paffant plus inefgalement & lentement, elle agitera dauantage leurs petites parties : ainfi qu'on la fent auffy toufiours chaude, lorfqu'on fouffle ayant la bouche fort ouuerte; & froide, lorfqu'on fouffle en l'ayant prefque fermée. Et c'eft pour la mefme raifon qu'ordinairement les vens impetueux fe fentent froids, & qu'il n'y en a gueres de chauds qui ne foient lents.

De plus, les vapeurs reprefentées vers B, & vers E & vers F, font tranfparentes & ne peuuent eftre difcernées par la veuë d'auec le refte de l'air, d'autant que, fe remuant fort vifte & de mefme branfle que la matiere fubtile qui les enuironne, elles ne la peuuent empefcher de receuoir l'action des cors lumineux, mais plutoft elles la reçoiuent auec elle. Au lieu que la vapeur qui eft vers C commence a deuenir opaque ou obfcure, a caufe que fes parties n'obeiffent plus

tant a cete matiere ſubtile, qu'elles puiſſent eſtre meues par elle en toutes façons. Et la vapeur qui eſt vers D ne peut eſtre du tout ſi obſcure que celle qui eſt vers C, a cauſe qu'elle eſt plus chaude. Comme vous voyés qu'en hyuer le froid fait paroiſtre l'halcine 



ou la ſueur des cheuaux eſchauffés, ſous la forme d'vne groſſe fumée fort eſpaiſſe & obſcure; au lieu qu'en eſté, que l'air eſt plus chaud, elle eſt inuiſible. Et on|ne doit pas douter que l'air ne contiene ſouuent autant ou plus de vapeurs, lorſqu'elles ne s'y voyent aucunement, que lorſqu'elles s'y voyent. Car comment ſe pourroit-il faire, ſans miracle, qu'en tems chaud & en plein midy, le ſoleil, donnant ſur vn lac ou vn mareſt, manquaſt d'en eſleuer beaucoup de vapeurs?

vû qu'on remarque mesme que pour lors les eaux se desseichent & se diminuent beaucoup dauantage, qu'elles ne sont en tems froid & obscur. Au reste, celles qui sont vers E sont plus humides, c'est a dire plus disposées a se conuertir en eau & a mouiller ou humecter les autres cors comme fait l'eau, que celles qui sont vers F. Car celles cy, tout au contraire, sont seiches, vû qu'allant fraper auec force les cors humides qu'elles rencontrent, elles en peuuent chasser & emporter auec soy les parties de l'eau qui s'y trouuent, & par ce moyen les desseicher. Comme aussy nous esprouuons que les vens impetueux sont tousiours secs, & qu'il n'y en a point d'humides qui ne soient foibles. Et on peut dire que ces mesmes vapeurs, qui sont vers E, sont plus humides que celles qui sont vers D, a cause que leurs parties, estant plus agitées, peuuent mieux s'insinuer dans les pores des autres cors pour les rendre humides; mais on peut dire aussy, en vn autre sens, qu'elles le sont moins, a cause que la trop grande agitation de leurs parties les empesche de pouuoir prendre si aysement la forme de l'eau.

Pour ce qui est des exhalaisons, elles sont capables de beaucoup plus de diuerses qualités que les vapeurs, a cause qu'il peut y auoir plus de difference entre leurs parties. Mais il suffira icy que nous remarquions que les | plus grossieres ne sont quasi autre chose que de la terre, telle qu'on la peut voir au fonds d'vn vaze aprés y auoir laissé rasseoir de l'eau de neige ou de pluie; ny les plus subtiles, autre chose que ces esprits ou eaux de vie, qui s'esleuent tousiours les premieres des cors qu'on distile; & qu'entre les me-

diocres, les vnes participent de la nature des fels volatiles, & les autres de celle des huiles, ou plutoft des fumées qui en fortent lorfqu'on les brufle. Et encore que la plufpart de ces exhalaifons ne montent en l'air que meflées auec les vapeurs, elles ne laiffent pas de pouuoir ayfement, par aprés, s'en feparer : ou d'elles mefme, ainfi que les huiles fe demeflent de l'eau auec laquelle on les diftile ; ou aydées par l'agitation des vens qui les raffemblent en vn ou plufieurs cors, en mefme façon que les vilageoifes, en battant leur créme, feparent le beurre du petit lait ; ou mefme fouuent auffy par cela feul que, fe trouuant plus ou moins pefantes & plus ou moins agitées, elles s'areftent en vne region plus baffe ou plus haute que ne font les vapeurs. Et d'ordinaire les huiles s'efleuent moins haut que les eaux de vie, & celles qui ne font que terre encore moins haut que les huiles. Mais il n'y en a point qui s'areftent plus bas que les parties dont fe compofe le fel commun, & bien qu'elles ne foient pas proprement des exhalaifons ny des vapeurs, a caufe qu'elles ne s'efleuent iamais que iufques au deffus de la fuperficie de l'eau, toutefois, pource que c'eft par l'euaporation de cete eau qu'elles y vienent, & qu'il y a plufieurs chofes en elles fort remarquables qui peuuent eftre commodement icy expliquées, ie n'ay pas enuie de les omettre.

DV SEL.

Discours Troisiesme.

La saleure de la mer ne consiste qu'en ces plus grosses parties de son eau, que i'ay tantost dit ne pouuoir estre pliées comme les autres par l'action de la matiere subtile, ny mesme agitées sans l'entremise des plus petites. Car, premierement, si l'eau n'estoit composée de quelques parties, ainsi que i'ay tantost supposé, il luy seroit esgalement facile ou difficile de se diuiser en toutes façons & en tous sens, en sorte qu'elle n'entreroit pas si facilement qu'elle fait dans les cors qui ont des pores vn peu larges, comme dans la chaux & dans le sable; ou bien elle pourroit aussy en quelque façon penetrer en ceux qui les ont plus estroits, comme dans le verre & les metaus. Puis, si ces parties n'auoient la figure que ie leur ay attribuée, lorsqu'elles sont dans les pores des autres cors, elles n'en pourroient pas si aysement estre chassées par la seule agitation des vens ou de la chaleur; ainsi qu'on l'esprouue assés par les huiles, ou autres liqueurs grasses, dont nous auons dit que les parties auoient d'autres figures; car on ne les peut quasi iamais entierement faire sortir des cors où elles sont vne fois entrées. Enfin, pource que nous ne voyons point de cors en la nature, qui soient si parfaitement semblables entre eux, qu'il ne se trouue presque tous-

iours quelque peu d'inefgalité en leur groffeur, nous ne deuons faire aucune difficulté de penfer que les parties de l'eau ne font point exactement toutes | efgales, & particulierement que dans la mer, qui eft le receptacle de toutes les eaux, il s'en trouue de fi groffes, qu'elles ne peuuent eftre pliées comme les autres par la force qui a couftume de les mouuoir. Et ie veux tafcher icy de vous monftrer que cela feul eft fuffifant pour leur donner toutes les qualités qu'a le fel. Premierement, ce n'eft pas merueille qu'elles ayent vn gouft picquant & penetrant, qui differe beaucoup de celuy de l'eau douce : car, ne pouuant eftre pliées par la matiere fubtile qui les enuironne, elles doiuent toufiours entrer de pointe dans les pores de la langue, &, par ce moyen, y penetrer affés auant pour la piquer ; au lieu que celles qui compofent l'eau douce, coulant feulement par deffus toutes couchées, a caufe de la facilité qu'elles ont a fe plier, n'en peuuent quafi point du tout eftre gouftées. Et les parties du fel, ayant penetré de pointe en mefme façon dans les pores des chairs qu'on veut conferuer, non feulement en oftent l'humidité, mais auffy font comme autant de petits baftons plantés ça & là entre leurs parties, où, demeurant fermes & fans fe plier, elles les fouftienent, & empefchent que les autres plus pliantes, qui font parmi, ne les defarrengent en les agitant, & ainfi ne corrompent le cors qu'elles compofent. Ce qui fait auffy que ces chairs, par fucceffion de tems, deuienent plus dures ; au lieu que les parties de l'eau douce, en fe pliant & fe gliffant par cy par là dans leurs pores, pourroient ayder a les ramollir &

a les corrompre. De plus, ce n'eſt pas merueille que l'eau ſalée ſoit plus peſante que la douce, puiſqu'elle eſt compoſée de parties, qui, eſtant plus groſſes & plus maſſiues, peuuent s'arrenger en moindre eſpace; car c'eſt de là que depend la peſanteur. Mais il eſt beſoin de conſiderer pourquoy ces parties plus maſſiues demeurent meſlées auec les autres qui le ſont moins, au lieu qu'il ſemble qu'elles deuroient naturellement aller au deſſous. Et la raiſon en eſt, au moins pour celles du ſel commun, qu'elles ſont eſgalement groſſes par les deux bouts, & toutes droites, ainſi qu'autant de petits baſtons : car s'il y en a iamais eu dans la mer, qui fuſſent plus groſſes par vn bout que par l'autre, ayant eſté par meſme moyen plus peſantes, elles ont eu tout loyſir d'aller au fonds, depuis que le monde eſt; ou s'il y en a eu de courbées, elles ont eu loyſir de rencontrer des cors durs, & ſe ioindre a eux, a cauſe qu'eſtant vne fois entrées dans leurs pores, elles n'en auront pû ſi facilement reſortir, que celles qui ſont eſgales & droites. Mais celles-cy, ſe tenant couchées de trauers l'vne ſur l'autre, donnent moyen a celles de l'eau douce, qui ſont en perpetuelle agitation, de ſe roller & s'entortiller autour d'elles, s'y arrengeant & s'y diſpoſant en certain ordre, qui fait qu'elles peuuent continuer a ſe mouuoir plus ayſement, & plus viſte, que ſi elles eſtoient toutes ſeules. Car, lorſqu'elles ſont ainſi rollées autour des autres, la force de la matiere ſubtile, qui les agite, n'eſt emploiée qu'a faire qu'elles tournent fort promptement autour de celles qu'elles embraſſent, & qu'elles paſſent ça & là de l'vne ſur l'autre, ſans pour cela

changer aucun de leurs plis : au lieu qu'eſtant ſeules, comme elles ſont lorſqu'elles compoſent l'eau douce, elles s'entrelacent neceſſairement en telle ſorte, qu'il eſt beſoin qu'vne partie de cete force de la matiere ſubtile ſoit employée a les plier, pour les | degager les vnes des autres; & ainſy elle ne les peut faire mouuoir pour lors ſi facilement, ny ſi viſte. Eſtant donc vray que ces parties de l'eau douce peuuent mieux ſe mouuoir, eſtant rollées autour de celles du ſel, qu'eſtant ſeules, ce n'eſt pas merueille qu'elles s'y rollent, lorſqu'elles en ſont aſſés proches, & qu'aprés, les tenant embraſſées, elles empeſchent que l'ineſgalité de leur peſanteur ne les ſepare. D'où vient que le ſel ſe fond ayſement en l'eau douce, ou ſeulement eſtant expoſé a l'air en tems humide; & neantmoins qu'il ne s'en fond, en vne quantité d'eau determinée, que iuſques a vne quantité determinée, a ſçauoir autant que les parties pliantes de cete eau peuuent embraſſer des ſienes en ſe rollant autour d'elles. Et, ſçachant que les cors, qui ſont tranſparens, le ſont d'autant plus qu'ils empeſchent moins les mouuemens de la matiere ſubtile qui eſt dans leurs pores, on voit encore, de cecy, que l'eau de la mer doit eſtre naturellement plus tranſparente, & cauſer des refractions vn peu plus grandes que celle des riuieres. Et on voit auſſy qu'elle ne ſe doit pas geler ſi ayſement, en ſçachant que l'eau ne ſe gele que lorſque la matiere ſubtile, qui eſt entre ſes parties, n'a pas la force de les agiter. Et meſme on peut encore icy entendre la raiſon du ſecret pour faire de la glace en eſté, qui eſt l'vn des plus beaux que ſçachent les

curieux, encore qu'il ne ſoit pas des plus rares. Ils mettent du ſel meſlé auec eſgale quantité de neige ou de glace pilée, tout autour d'vn vaze plein d'eau douce; & ſans autre artifice, a meſure que ce ſel & cete neige ſe fondent enſemble, l'eau qui eſt enfermée dans le vaze, deuient glace. Dont la raiſon eſt que la matiere | ſubtile, qui eſtoit autour des parties de cete eau, eſtant plus groſſiere, ou moins ſubtile, & par conſequent ayant plus de force que celle qui eſtoit autour des parties de cete neige, va prendre ſa place a meſure que les parties de la neige ſe rollent autour de celles du ſel en ſe fondant; car elle trouue plus de facilité a ſe mouuoir dans les pores de l'eau ſalée qu'en ceux de l'eau douce, & elle tend inceſſament a paſſer d'vn cors en l'autre, pour entrer en ceux où ſon mouuement eſt le moins empeſché; au moyen de quoy la matiere plus ſubtile, qui eſtoit dans la neige, entre dans l'eau, pour ſucceder a celle qui en ſort; & pource qu'elle n'a point aſſés de force pour y entretenir l'agitation de cete eau, cela eſt cauſe qu'elle ſe gele. Mais l'vne des principales qualités des parties du ſel eſt qu'elles ſont grandement fixes, c'eſt a dire qu'elles ne peuuent eſtre eſleuées en vapeur ainſy que celles de l'eau douce. Dont la cauſe eſt, non ſeulement qu'eſtant plus groſſes, elles ſont plus peſantes; mais auſſy, qu'eſtant longues & droites, elles ne peuuent eſtre gueres longtems ſuſpendues en l'air, ſoit qu'elles ſoient en action pour monter plus haut, ſoit pour en deſcendre, que l'vn de leurs bouts ne ſe preſente vers en bas, & ainſi qu'elles ne ſe tienent en ligne perpendiculaire vers la terre : car, tant pour

monter que pour defcendre, il leur eft bien plus ayfé a diuifer l'air, eftant en cete fituation, qu'en aucune autre. Ce qui n'arriue point en mefme façon aux parties de l'eau douce, a caufe qu'eftant faciles a fe plier, elles ne fe tienent iamais toutes droites, fi ce n'eft qu'elles tournent en rond auec viteffe : au lieu que celles du fel ne fçauroient iamais gueres tourner en | cete forte ; car, fe rencontrant les vnes les autres & fe heurtant fans pouuoir fe plier pour s'entreceder, elles feroient incontinent contraintes de s'arefter. Mais, lorfqu'elles fe trouuent fufpendues en l'air, ayant vne pointe en bas, comme i'ay dit, il eft euident qu'elles doiuent defcendre plutoft que monter : a caufe que la force qui les pourroit pouffer vers en haut, agift beaucoup moins que fi elles eftoient couchées de trauers; & elle agift moins, d'autant iuftement que la quantité de l'air, qui refifte a leur pointe, eft plus petite que ne feroit celle qui refifteroit a leur longeur; au lieu que leur pefanteur, eftant toufiours efgale, agift d'autant plus que cete refiftence de l'air eft plus petite. A quoy fi nous adiouftons que l'eau de la mer s'adoucift quand elle trauerfe du fable, a caufe que les parties du fel, faute de fe plier, ne peuuent couler, ainfy que font les parties de l'eau douce par les petits chemins détournés, qui font autour des grains de ce fable, nous fçaurons que les fontaines & les riuieres, n'eftant compofées que des eaux qui ont efté efleuées en vapeurs, ou bien qui ont paffé au trauers de beaucoup de fable, ne doiuent point eftre falées; & auffy que toutes ces eaux douces, rentrant dans la mer, ne la doiuent point rendre plus grande, ny moins

ſalée; d'autant qu'il en reſſort continuellement autant d'autres, dont quelques vnes s'eſleuent en l'air changées en vapeurs, puis vont retomber en pluie ou en neige ſur la terre; mais la pluſpart penetrent[a] par des conduits ſouſterains iuſques au deſſous des montaignes, d'où la chaleur, qui eſt dans la terre, les eſleuant auſſy comme en vapeur vers leurs ſommets, elles y vont remplir les ſour|ces des fontaines & des riuieres. Et nous ſçaurons auſſy que l'eau de la mer doit eſtre plus ſalée ſous l'equateur que vers les poles, ſi nous conſiderons que le ſoleil, y ayant beaucoup de force, en fait ſortir beaucoup de vapeurs, leſquelles ne retombent point par aprés iuſtement aux meſmes endroits d'où elles ſont ſorties, mais, pour l'ordinaire, en d'autres plus proches des poles, ainſy que vous entendrés mieux cy aprés. Au reſte, ſinon que ie n'ay pas enuie de m'areſter a expliquer particulierement la nature du feu, i'adiouſterois encore icy pourquoy l'eau de la mer eſt moins propre a eſteindre les embraſemens que celle des riuieres, & pourquoy elle eſtincelle la nuit, eſtant agitée : car vous verriés que les parties du ſel, eſtant fort ayſées a esbranſler, a cauſe qu'elles ſont comme ſuſpenduës entre celles de l'eau douce, & ayant beaucoup de force aprés eſtre ainſy esbranſlées, a cauſe qu'elles ſont droites et inflexibles, peuuent non ſeulement augmenter la flame, lorſqu'on les y iette, mais auſſy en cauſer d'elles meſme, en s'eſlançant hors de l'eau où elles ſont. Comme, ſi la mer, qui eſt vers A, eſtant pouſſée auec force vers C, y rencontre vn banc

a. penetrant D,

de ſable ou quelque autre obſtacle, qui la face monter vers B, le branſle que cete agitation donne aux parties du ſel, peut faire que les premieres qui vienent en l'air, s'y dégagent de celles de l'eau douce qui les tenoient entortillées, & que, ſe trouuant ſeules vers B, a cer|taine diſtance l'vne de l'autre, elles y engendrent des eſtincelles aſſés ſemblables a celles qui ſortent des caillous quand on les frappe. Il eſt vray qu'a cet effect, il eſt requis que ces parties du ſel ſoient fort droites & fort gliſſantes, affin qu'elles ſe puiſſent plus ayſement ſeparer de celles de l'eau douce : d'où vient que ny la ſaumeure, ny l'eau de mer qui a eſté longtemps gardée en quelque vaze, n'y ſont pas propres. Il eſt requis auſſy que celles de l'eau douce n'embraſſent point trop eſtroitement celles du ſel : d'où vient que ces eſtincelles paroiſſent plus, quand il fait chaud, que quand il fait froid ; & que l'agitation de la mer ſoit aſſés forte : d'où vient qu'en meſme tems il ne ſort pas du feu de toutes ſes vagues ; &, enfin, que les parties du ſel ſe meuuent de pointe, comme des fleches, & non de trauers : d'où vient que toutes les gouttes, qui reiailliſſent hors d'vne meſme eau, n'eſclairent pas en meſme ſorte.

Mais conſiderons maintenant comment le ſel flotte ſur l'eau quand il ſe fait, nonobſtant que ſes parties ſoient fort fixes & fort peſantes ; & comment il s'y forme en petits grains, qui ont vne figure quarrée, preſque ſemblable a celle d'vn diament taillé en table,

excepté que la plus large de leurs faces eſt vn peu creuſée. Premierement, il eſt beſoin, a cet effect, que l'eau de la mer ſoit retenuë en quelques foſſes, pour euiter tant l'agitation continuelle des vagues, que l'affluence de l'eau douce, que les pluies & les riuieres amenent ſans ceſſe en l'Ocean. Puis il eſt beſoin auſſy d'vn tems chaud & ſec, affin que l'action du ſoleil ait aſſés de force pour faire que les parties de l'eau douce, qui ſont rollées autour de celles du ſel, s'éuapo|rent. Et il fault remarquer que la ſuperficie de l'eau eſt touſiours fort eſgale & vnie, comme auſſy celle de toutes les autres liqueurs : dont la raiſon eſt que ſes parties ſe remuënt entre elles de meſme façon & de meſme branſle, & que les parties de l'air qui la touchent ſe remuent auſſy entre elles tout de meſme l'vne que l'autre, mais que celles cy ne ſe remuent pas de meſme façon ny de meſme meſure que celles là ; & particulierement auſſy, que la matiere ſubtile, qui eſt autour des parties de l'air, ſe remue tout autrement que celle qui eſt autour des parties de l'eau : ce qui eſt cauſe que leurs ſuperficies, en ſe frottant l'vne contre l'autre, ſe poliſſent, en meſme façon que ſi c'eſtoient deux cors durs : excepté que c'eſt beaucoup plus ayſement, & preſque en vn inſtant, pource que leurs parties, n'eſtant attachées en aucune façon les vnes aux autres, s'arrengent toutes, dés le premier coup, ainſi qu'il eſt requis a cet effect. Et cecy eſt auſſy cauſe que la ſuperficie de l'eau eſt beaucoup plus malayſée a diuiſer, que n'eſt le dedans : ainſy qu'on voit par experience, en ce que tous les cors aſſés petits, quoy que de matiere fort peſante, comme

ſont de petites aiguilles d'acier, peuuent flotter & eſtre ſouſtenus au deſſus, lorſqu'elle n'eſt point encore diuiſée ; au lieu que, lorſqu'elle l'eſt, ilz deſcendent iuſqu'au fonds ſans s'areſter. En ſuite de quoy il fault conſiderer que, lorſque la chaleur de l'air eſt aſſés grande pour former le ſel, elle peut non ſeulement faire ſortir hors de l'eau de mer quelques vnes des parties pliantes qui s'y trouuent, & les faire monter en vapeur, mais auſſy les y faire monter auec telle viteſſe, qu'auant qu'elles ayent eu le loyſir de ſe deuelopper d'au|tour de celles du ſel, elles arriuent iuſques au deſſus de la ſuperficie de cete eau, où, les apportant auec ſoy, elles n'acheuent de s'en deueloper, qu'aprés que le trou, qu'elles ont fait en cete ſuperficie pour en ſortir, s'eſt refermé ; au moyen de quoy ces parties du ſel y demeurent toutes ſeules flottantes deſſus, comme vous les voyés repreſentées vers D. Car, y eſtant couchées de leur long, elles ne ſont point aſſés peſantes pour s'y enfoncer, non plus que les aiguilles d'acier dont ie viens de parler ; & elles la font ſeulement vn peu courber & plier ſous elles, a cauſe de leur peſanteur, tout de meſme que font auſſy ces aiguilles. De façon que les premieres, eſtant ſemées par cy par là ſur cete ſuperficie, y font pluſieurs petites foſſes ou courbures ; puis les autres qui vienent aprés, ſe trouuant ſur les pentes de ces foſſes, roullent & gliſſent vers le fonds, où elles ſe vont ioindre contre les premieres. Et il fault particulierement icy remarquer que, de quelque part qu'elles y vienent, elles ſe doiuent coucher iuſtement

coſte a coſte de ces premieres, comme vous les voyés vers E, au moins les ſecondes, & ſouuent auſſy les troiſieſmes, a cauſe que, par ce moyen, elles deſcendent quelque peu plus bas qu'elles ne pourroient faire, ſi elles demeuroient en quelque autre ſituation, comme en celle qui ſe voit vers F, ou vers G, ou vers H. Et le mouuement de la chaleur, qui esbranle touſiours quelque peu cete ſuperficie, ayde a les arrenger en cete ſorte.|Puis, lorſqu'il y en a ainſy en chaſque foſſe deux ou trois, coſte a coſte l'vne de l'autre, celles qui y vienent de plus ſe peuuent ioindre encore a elles en meſme ſens, ſi elles s'y trouuent aucunement diſpoſées ; mais s'il arriue qu'elles penchent dauantage vers les bouts des precedentes que vers les coſtés, elles ſe vont coucher decontre a angles droits, comme vous voyés vers K : a cauſe que, par ce moyen, elles deſcendent auſſy vn peu plus bas qu'elles ne pourroient faire ſi elles s'arrengeoient autrement, comme elles ſont vers L, ou vers M. Et pource qu'il s'en trouue a peu prés autant, qui ſe vont coucher contre les bouts des deux ou trois premieres, que de celles qui ſe vont coucher contre leurs coſtés; de là vient que, s'arrengeant ainſy pluſieurs centaines toutes enſemble, elles forment premierement vne petite table, qui, au iugement de la veuë, paroiſt tres quarrée, & qui eſt comme la baze du grain de ſel qui commence a ſe former. Et il faut remarquer qu'y en ayant ſeulement trois ou quatre couchées en meſme ſens, comme vers N, celles du milieu s'abaiſſent vn peu plus que celles des bords;

mais qu'y en venant d'autres qui s'y ioignent en trauers, comme vers O, celles cy aydent aux autres des bords a s'abaiſſer preſque autant que celles du milieu, & en telle ſorte que la petite table quarrée, qui ſert de baze a vn grain de ſel, ſe formant ordinairement de pluſieurs centaines iointes enſemble, ne peut paroiſtre a l'œil que toute plate, encore qu'elle ſoit touſiours tant ſoit peu courbée. Or, a meſure que cete table s'agrandiſt, elle s'abaiſſe de plus en plus, mais ſi lentement qu'elle fait plier ſous ſoy la ſuperficie de l'eau ſans la rompre. Et lorſqu'elle eſt | paruenuë a certaine grandeur, elle ſe trouue ſi fort abaiſſée, que les parties du ſel, qui vienent de nouueau vers elle, au lieu de s'areſter contre ſes bords, paſſent par deſſus, & y roullent en meſme ſens & en meſme façon que les precedentes roulloient ſur l'eau. Ce qui fait qu'elles y forment derechef vne table quarrée, qui s'abaiſſe en meſme façon peu a peu. Puis les parties du ſel qui vienent vers elle peuuent encore paſſer par deſſus, & y former vne troiſieſme table, & ainſy de ſuite. Mais il eſt a remarquer que les parties du ſel, qui forment la deuxieſme de ces tables, ne roullent pas ſi ayſement ſur la premiere, que celles qui ont formé cete premiere roulloient ſur l'eau; car elles n'y trouuent pas vne ſuperficie du tout ſi vnie, ny qui les laiſſe couler ſi librement : d'où vient que ſouuent elles ne roullent point iuſques au milieu, qui par ce moyen demeurant vuide, cete ſeconde table ne s'abaiſſe pas ſi toſt a proportion qu'auoit fait la premiere, mais deuient vn peu plus grande, auant que la troiſieſme commence a ſe former; & derechef le milieu de celle ci demeurant

vuide, elle deuient vn peu plus grande que la feconde, & ainfy de fuite, iufques a ce que le grain entier, qui fe compofe d'vn grand nombre de telles petites tables pofées l'vne fur l'autre, foit acheué, c'eft a dire iufques a ce que, touchant aux bords des autres grains voyfins, il ne puiffe deuenir plus large. Pour ce qui eft de la grandeur de la premiere table qui lui fert de baze, elle depend du degré de chaleur qui agite l'eau pendant qu'elle fe forme; car, plus l'eau eft agitée, plus les parties du fel qui nagent deffus font plier fa fuperficie; d'où vient que cete baze demeure plus petite, & | mefme l'eau peut eftre tant agitée que les parties du fel iront au fonds auant qu'elles ayent formé aucuns grains. Pour le tallu des quatre faces qui fortent des quatre coftés de cete baze, il ne depend que des caufes defia expliquées, lorfque la chaleur eft efgale pendant tout le tems que le grain eft a fe former : mais fi elle va en augmentant, ce tallu en deuiendra moindre; & au contraire plus grand, fi elle diminue : en forte que, fi elle augmente & diminue par interualles, il fe fera comme de petits efchelons de long de ces faces. Et pour les quatre querres ou coftes qui ioignent ces quatre faces, elles ne font pas ordinairement fort aiguës ny fort vnies; car les parties qui fe vont ioindre aux coftés de ce grain s'y vont bien quafi toufiours appliquer de long, comme i'ay dit, mais pour celles qui vont rouller contre fes angles, elles s'y arrengent plus ayfement en autre fens, a fçauoir comme elles font reprefentées vers P. Ce qui fait que ces querres font vn peu mouffes et inefgales; & que les grains du fel s'y fendent fouuent plus

ayſement qu'aux autres lieux; & auſſy que l'eſpace vuide, qui demeure au milieu, ſe fait preſque rond plutoſt que quarré. Outre cela, pource que les parties qui compoſent ces grains ſe vont ioindre confuſement, & ſans autre ordre que celuy que ie viens d'expliquer, il arriue ſouuent que leurs bouts, au lieu de ſe toucher, laiſſent entre eux aſſés d'eſpace pour placer quelques parties de l'eau douce, qui s'y enferment, & y demeurent pliées en rond, comme vous voyés vers R, pendant qu'elles ne s'y meuuent que moyennement viſte ; | mais lorſqu'vne fort violente chaleur les agite, elles tendent auec beaucoup de force a s'eſtendre & ſe déplier, en meſme façon qu'il a tantoſt eſté dit qu'elles ſont quand l'eau ſe dilate en vapeur; ce qui fait qu'elles rompent leurs priſons tout d'vn coup, & auec eſclat. Et c'eſt la raiſon pourquoy les grains de ſel, eſtant entiers, ſe briſent en ſautant & petillant quand on les iette dans le feu; & pourquoy ils ne ſont point le meſme, eſtant mis en poudre; car alors ces petites priſons ſont deſia rompuës. De plus, l'eau de la mer ne peut eſtre ſi purement compoſée des parties que i'ay deſcrites, qu'il ne s'y en rencontre auſſy quelques autres parmi, qui ſont de telle figure, qu'elles ne laiſſent pas de pouuoir y demeurer, encore qu'elles ſoient beaucoup plus deliées ; & qui, s'allant engager entre les parties du ſel lorſqu'il ſe forme, luy peuuent donner & cete odeur de violette tres agreable qu'a le ſel blanc quand il eſt fraiſchement fait, & cete couleur ſale qu'a le noir, & toutes les autres varietés qu'on peut remarquer dans les ſels, & qui dependent des

diuerſes eaux dont ils ſe forment. Enfin, vous ne vous eſtonnerés pas de ce que le ſel eſt ſi friable & ſi ayſé a rompre comme il eſt, en penſant a la façon dont ſe ioignent ſes parties; ny de ce qu'il eſt touſiours blanc ou tranſparent, eſtant pur, en penſant a leur groſſeur, & a la nature de la couleur blanche, qui ſera cy aprés expliquée; ny de ce qu'il ſe fond aſſés facilement ſur le feu quand il eſt entier, en conſiderant qu'il y a pluſieurs parties d'eau douce enfermées entre les ſienes; ny de ce qu'il ſe fond beaucoup plus difficilement, eſtant bien pulueriſé & bien ſeiché, en ſorte qu'il n'y reſte plus rien de l'eau douce, | en remarquant qu'il ne ſe peut fondre, eſtant ainſy ſeul, ſi ſes parties ne ſe plient, & qu'elles ne peuuent que difficilement ſe plier. Car encore qu'on puiſſe feindre qu'autrefois celles de la mer ont eſté toutes, par degrés, les vnes plus pliantes, les autres moins, on doit penſer que toutes celles qui ont pû s'entortiller autour de quelques autres, ſe ſont amollies depuis peu a peu, & renduës fort flexibles; au lieu que celles qui ne ſont point ainſy entortillées ſont demeurées entierement roides : en ſorte qu'il y a maintenent, en cela, grande difference entre celles du ſel & celles de l'eau douce. Mais les vnes & les autres doiuent eſtre rondes : a ſçauoir, celles de l'eau douce comme des chordes; & celles du ſel comme des cylindres ou des baſtons : a cauſe que tous les cors, qui ſe meuuent en diuerſes façons & long tems, ont couſtume de s'arondir. Et on peut en ſuite connoiſtre quelle eſt la nature de cete eau extremement aygre & forte, qui peut ſoudre l'or, & que les Alchemiſtes nomment l'eſprit ou l'huyle de ſel; car,

d'autant qu'elle ne ſe tire que par la violence d'vn fort grand feu, ou du ſel pur, ou du ſel meſlé auec quelque autre cors fort ſec & fort fixe, comme de la brique, qui ne ſert qu'a l'empeſcher de ſe fondre, il eſt euident que ſes parties ſont les meſmes qui ont auparauant compoſé le ſel, mais qu'elles n'ont pû monter par l'alembic, & ainſy de fixes deuenir volatiles, ſinon apprés qu'en ſe chocquant les vnes contre les autres, a force d'eſtre agitées par le feu, de roides & inflexibles comme elles eſtoient, elles ſont deuenuës faciles a plier; & par meſme moyen, de rondes en forme de cylindres, elles ſont deuenuës plates et tranchantes, ainſy que des feuil|les de flambe[a] ou de glayeul, car ſans cela elles n'auroient pû ſe plier. Et en ſuite il eſt ayſé a iuger la cauſe du gouſt qu'elles ont, fort different de celuy du ſel; car, ſe couchant de long ſur la langue, & leurs trenchans s'appuiant contre les extremités de ſes nerfs, & coulant deſſus en les couppant, elles les doiuent bien agiter d'vne autre ſorte qu'elles ne faiſoient auparauant, & par conſequent cauſer vn autre gouſt, a ſçauoir celuy qu'on nomme le gouſt aygre. On pourroit ainſy rendre raiſon de toutes les autres proprietés de cete eau ; mais la choſe iroit a l'infini, & il ſera mieux que, retournant a la conſideration des vapeurs, nous commencions a examiner comment elles ſe meuuent dans l'air, & comment elles y cauſent les vens.

---

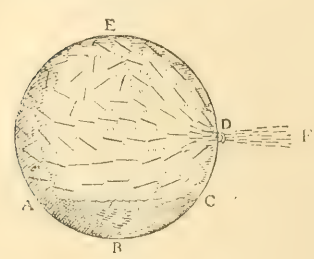
a. Ancien nom vulgaire de l'iris.

DES VENS.

Diſcours Quatrieſme.

Toute agitation d'air qui eſt ſenſible ſe nomme vent, & tout cors inuiſible & inpalpable ſe nomme air. Ainſi, lorſque l'eau eſt fort rarefiée & changée en vapeur fort ſubtile, on dit qu'elle eſt conuertie en air, nonobſtant que ce grand air que nous reſpirons ne ſoit, pour la pluſpart, compoſé que |de parties qui ont des figures fort differentes de celles de l'eau, & qui ſont beaucoup plus deliées. Et ainſi l'air, eſtant chaſſé hors d'vn ſouf-flet, ou pouſſé par vn éuentail, ſe nomme vent, non-obſtant que ces vens plus eſtendus, qui regnent ſur la face de la mer & de la terre, ne ſoient ordinairement autre choſe | que le mouuement des vapeurs qui, en ſe dilatant, paſſent, du lieu où elles ſont, en quelque autre où elles trouuent plus de commodité de s'eſtendre ; en meſme façon qu'on voit, en ces boules nommées des Æolipiles, qu'vn peu d'eau s'exhalant en vapeur fait vn vent aſſés grand & aſſés fort, a raiſon du peu de matiere dont il ſe compoſe. Et pource que ce vent artificiel nous peut beaucoup ayder a entendre quels ſont les naturels, il ſera bon icy que ie l'explique. ABCDE eſt vne boule de cuiure ou autre telle matiere, toute creuſe & toute fermée, excepté qu'elle a vne fort petite ouuerture en l'endroit marqué D ; & la partie de cete boule ABC eſtant pleine

d'eau, & l'autre AEC eſtant vuide, c'eſt a dire ne contenant que de l'air, on la met ſur le feu; puis la chaleur, agitant les petites parties de l'eau, fait que pluſieurs s'eſleuent au deſſus de la ſuperficie AC, où elles s'eſtendent & s'entrepouſſent en tournoyant, & font effort pour s'eſcarter les vnes des autres, en la façon cy deſſus expliquée. Et pource qu'elles ne peuuent ainſy s'eſcarter, qu'a meſure qu'il en ſort quelques vnes par le trou D, toutes les forces dont elles s'entrepouſſent conſpirent enſemble a chaſſer par là toutes celles qui en ſont les plus proches, & ainſy elles cauſent vn vent qui ſouffle de là vers F. Et pource qu'il y a touſiours de nouuelles parties de cete eau, qui, eſtant eſleuées par la chaleur au | deſſus de cete ſuperficie AC, s'eſtendent & s'eſcartent l'vne de l'autre a meſure qu'il en ſort par le trou D, ce vent ne ceſſe point que toute l'eau de cete boule ne ſoit exhalée, ou bien que la chaleur qui la fait exhaler n'ait ceſſé. Or les vens ordinaires qui regnent en l'air ſe font a peu prés en meſme façon que cetuy cy, & il n'y a principalement que deux choſes en quoy ilz different. La premiere eſt que les vapeurs, dont ilz ſe compoſent, ne s'eſleuent pas ſeulement de la ſuperficie de l'eau, comme en cete boule, mais auſſy des terres humides, des neiges & des nuës, d'où ordinairement elles ſortent en plus grande abundance que de l'eau pure, a cauſe que leurs parties y ſont deſia preſque toutes deiointes



& defunies, & ainſy d'autant plus ayſées a ſeparer. La ſeconde eſt que ces vapeurs, ne pouuant eſtre renfermées en l'air ainſy qu'en vne Æolipile, ſont ſeulement empeſchées de s'y eſtendre eſgalement de tous coſtés, par la reſiſtence de quelques autres vapeurs, ou de quelques nuës, ou de quelques montaignes, ou enfin de quelque vent qui tend vers l'endroit où elles ſont; mais qu'en reuanche il y a ſouuent ailleurs d'autres vapeurs qui s'eſpaiſſiſſent &, ſe reſſerrant au meſme tems que celles cy ſe dilatent, les determinent a prendre leur cours vers l'eſpace qu'elles leur laiſſent. Comme, par exemple, ſi vous imaginés qu'il y a main-

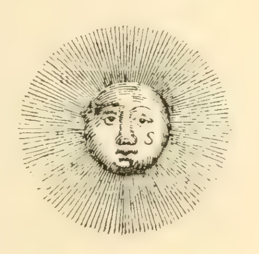


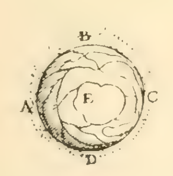
tenant force vapeurs en l'endroit de l'air marqué F, qui ſe dilatent & tendent a occuper vn eſpace incomparablement plus grand que celuy qui les contient, & qu'au meſme tems il y en a d'autres vers G, qui, ſe

reſſerrant & ſe changeant en eau ou en neige, laiſſent la plus grande part de l'eſpace où elles eſtoient : | vous ne douterés pas que celles qui ſont vers F ne prenent leur cours vers G, & ainſy qu'elles ne compoſent vn vent qui ſouffle vers là. Principalement, ſi vous penſés, auec cela, qu'elles ſoient empeſchées de s'eſtendre vers A & vers B, par de hautes montaignes qui y ſont; & vers E, pource que l'air y eſt preſſé & condenſé par vn autre vent, qui ſouffle de C iuſques a D; & enfin qu'il y a des nuës au-deſſus d'elles, qui les empeſchent de s'eſtendre plus haut vers le ciel. Et remarqués que, lorſque les vapeurs paſſent en cete façon d'vn lieu en vn autre, elles emmenent ou chaſſent deuant ſoy tout l'air qui ſe trouue en leur chemin, & toutes les exhalaiſons qui ſont parmi : en ſorte que, bien qu'elles cauſent quaſi toutes ſeules les vens, ce ne ſont pas toutefois elles ſeules qui les compoſent; & meſme auſſy que la dilatation & condenſa|tion de ces exhalaiſons & de cet air peuuent ayder a la production de ces vens; mais que c'eſt ſi peu, a comparaiſon de la dilatation & condenſation des vapeurs, qu'elles ne doiuent quaſi point eſtre miſes en comte. Car l'air, eſtant dilaté, n'occupe qu'enuiron deux ou trois fois plus d'eſpace qu'eſtant mediocrement condenſé, au lieu que les vapeurs en occupent plus de deux ou trois mille fois dauantage. Et les exhalaiſons ne ſe dilatent, c'eſt a dire ne ſe tirent des cors terreſtres, que par l'ayde d'vne grande chaleur; puis ne peuuent quaſi iamais, par aucune froideur, eſtre derechef autant condenſées qu'elles l'ont eſté auparauant : au lieu qu'il ne faut que fort peu de chaleur pour

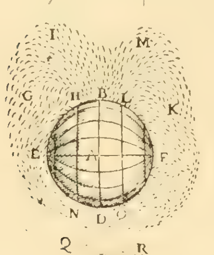
faire que l'eau ſe dilate en vapeur, & derechef que fort peu de froideur pour faire que les vapeurs ſe changent en eau.

Mais voyons maintenent en particulier les proprietés & la generation des principaux vens. Premierement, on obſerue que tout l'air a ſon cours autour de la terre de l'Orient vers l'Occident : ce qu'il nous faut icy ſuppoſer, a cauſe que la raiſon n'en peut commodement eſtre deduite, qu'en expliquant toute la fabrique de l'vniuers, ce que ie n'ay pas icy deſſein de faire. Mais, enſuite, on obſerue que les vens orientaux ſont ordinairement beaucoup plus ſecs, & rendent l'air beaucoup plus net & plus ſerein que les occidentaux : dont la raiſon eſt que ceux cy, s'oppoſant au cours ordinaire des vapeurs, les areſtent, & font qu'elles s'eſpaiſſiſſent en nuës ; au lieu que les autres les chaſſent & les diſſipent. De plus, on obſerue que c'eſt principalement le matin que ſoufflent les vens d'Orient, & le ſoir que ſoufflent ceux d'Occident : | de quoy la raiſon vous ſera manifeſte, ſi vous regardés la terre ABCD, & le ſoleil S, qui, en eſclairant la moitié ABC, & faiſant le midy vers B & la minuit vers D, ſe couche en meſme tems au reſpect des peuples qui habitent vers A, & ſe leue au reſpect de ceux qui ſont vers C. Car, pource que les vapeurs qui ſont vers B ſont fort dilatées par la





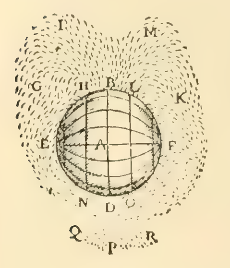
chaleur du iour, elles prenent leur cours, partie par A & partie par C, vers D, où elles vont occuper la place que laiſſent celles que la fraiſcheur de la nuit y condenſe : en ſorte qu'elles font vn vent d'Occident vers A, où le ſoleil ſe couche; & vn d'Orient vers C, où il ſe leue. Et meſme il eſt a remarquer que ce vent, qui ſe fait ainſi vers C, eſt ordinairement plus fort, & va plus viſte que celuy qui ſe fait vers A : tant a cauſe qu'il ſuit le cours de toute la maſſe de l'air, comme auſſy a cauſe que la partie de la terre qui eſt entre C & D, ayant eſté plus longtems ſans eſtre eſclairée par le ſoleil, que celle qui eſt entre D & A, la condenſation des vapeurs a deu s'y faire pluſtoſt & plus grande. On obſerue auſſy que c'eſt principalement pendant le iour que ſoufflent les vens de Nort, & qu'ils vienent de haut en bas, & qu'ils ſont fort violens, & fort | froids, & fort ſecs. Dont vous pouués voir la raiſon, en conſiderant que la terre EBFD eſt couuerte de pluſieurs nuës & brouillars, vers les poles E & F, où elle n'eſt gueres eſchauffée par le ſoleil; & que vers B, où il donne a plomb, il excite quantité de vapeurs, qui, eſtant fort agitées par l'action de ſa lumiere, montent



en haut tres promptement, iuſques a ce qu'elles ſoient tant eſleuées, que la reſiſtence de leur peſanteur face qu'il leur ſoit plus ayſé de ſe détourner, & de prendre leur cours de part & d'autre vers I & M, au deſſus des nuës G & K, que de continuer plus haut en ligne droite; & ces nuës G & K, eſtant auſſy en meſme

tems eſchauffées & rarefiées par le ſoleil, ſe conuertiſſent en vapeurs, qui prenent leur cours de G vers H, & de K vers L, plutoſt que vers E & vers F : car l'air eſpais, qui eſt vers les poles, leur reſiſte bien dauantage que ne ſont les vapeurs qui ſortent de la terre vers le midy, & qui, eſtant fort agitées & preſtes a ſe mouuoir de tous coſtés, leur peuuent facilement ceder leur place. Ainſi, prenant F pour le pole Arctique, le cours de ces vapeurs de K vers L fait vn vent de Nort, qui ſouffle pendant le iour en l'Europe. Et ce vent ſouffle de haut en bas, a cauſe qu'il vient des nuës vers la terre. Et il eſt ordinairement fort violent, a cauſe qu'il eſt excité par la chaleur la plus forte de toutes, a ſçauoir celle de midy ; & de la matiere la plus ayſée a diſſoudre en vapeur, a | ſçauoir des nuës. Enfin ce vent eſt fort froid & fort ſec, tant a cauſe de ſa force, ſuiuant ce qui a eſté dit cy deſſus, que les vens impetueux ſont touſiours ſecs & froids ; comme auſſy il eſt ſec, a cauſe qu'il n'eſt ordinairement compoſé que des plus groſſieres parties de l'eau douce meſlées auec l'air ; au lieu que l'humidité depend principalement des plus ſubtiles, & celles cy ne ſe trouuent gueres dans les nuës dont il s'engendre ; car, comme vous verrés tantoſt, elles participent bien plus de la nature de la glace, que de celle de l'eau ; & il eſt froid, a cauſe qu'il amene auec ſoy vers le Midy la matiere tres ſubtile qui eſtoit vers le Nort, de laquelle depend principalement la froideur. On obſerue, tout au contraire, que les vens de Midy ſoufflent plus ordinairement pendant la nuit, & vienent de bas en haut, & ſont lens & humides. Dont la raiſon ſe peut voir auſſy,

en regardant derechef la terre E B F D, & conſiderant que ſa partie D, qui eſt ſous l'Equateur, & où ie ſuppoſe qu'il eſt maintenant nuit, retient encore aſſés de la chaleur que le ſoleil luy a communiquée pendant le iour, pour faire ſortir de ſoy pluſieurs vapeurs; mais que l'air qui eſt au deſſus vers P, n'en retient pas tant a proportion. Car generalement les cors groſſiers & peſans retienent touſiours plus longtems leur chaleur, que ceux qui ſont legers & ſubtils; & ceux qui ſont durs la retienent auſſy plus longtems, que ceux qui ſont li|quides. Ce qui eſt cauſe que les vapeurs qui ſe trouuent vers P, au lieu de pourſuiure leur cours vers Q & vers R, s'areſtent & s'eſpaiſſiſſent en forme de nuës, qui, empeſchant que celles qui ſortent de la terre D ne montent plus haut, les contraignent de prendre leur cours de part & d'autre vers N & vers O, & ainſi d'y faire vn vent de Midy, qui ſouffle principalement pendant la nuit, & qui vient de bas en haut, a ſçauoir de la terre vers l'air; & qui ne peut eſtre que fort lent, tant a cauſe que ſon cours eſt retardé par l'eſpaiſſeur de l'air de la nuit, comme auſſy a cauſe que ſa matiere, ne ſortant que de la terre ou de l'eau, ne ſe peut dilater ſi promptement, ny en ſi grande quantité, que celle des autres vens, qui ſort ordinairement des nuës. Et enfin il eſt chaud & humide, tant a cauſe de la tardiueté de ſon cours, comme auſſy il eſt humide, a cauſe qu'il eſt compoſé des plus ſubtiles



parties de l'eau douce auſſy bien que des plus groſſieres; car elles ſortent enſemble de la terre; & il eſt chaud, a cauſe qu'il amene auec ſoy vers le Nort la matiere ſubtile qui eſtoit vers le Midy. On obſerue auſſy qu'au mois de Mars, & generalement en tout le printemps, les vens ſont plus ſecs, & les changemens d'air plus ſubits, & plus frequens, qu'en aucune autre ſaiſon de l'année. Dont la raiſon ſe voit encore, en regardant la terre EBFD, & penſant que le ſoleil, que ie ſuppoſe eſtre vis a vis du cercle BAD qui repreſente l'Equateur, & auoir eſté trois mois auparauant vis a vis du cercle HN, qui repreſente le tropique du Capricorne, a beaucoup moins eſchauffé la moitié de la terre BFD, où il fait maintenant le printems, que l'autre moitié BED, où il fait l'automne; & | par conſequent que cete moitié BFD eſt beaucoup plus couuerte de neiges, & que tout l'air, qui l'enuironne, eſt beaucoup plus eſpais, & plus rempli de nuës, que celuy qui enuironne l'autre moitié BED : ce qui eſt cauſe que, pendant le iour, il s'y dilate beaucoup plus de vapeurs, & qu'au contraire, pendant la nuit, il s'y en condenſe beaucoup dauantage. Car la maſſe de la terre y eſtant moins eſchauffée, & la force du ſoleil n'y eſtant pas moindre, il doit y auoir plus d'ineſgalité entre la chaleur du iour & la froideur de la nuit; & ainſi ces vens d'Orient, que i'ay dit ſouffler principalement le matin, & ceux de Nort, qui ſoufflent ſur le milieu du iour, qui les vns & les autres ſont fort ſecs, doiuent y eſtre beaucoup plus forts & plus abondans qu'en aucune autre ſaiſon. Et pource que les vens d'Occident, qui ſoufflent le ſoir, y doiuent auſſy eſtre

aſſés forts, par meſme raiſon que ceux d'Orient, qui ſoufflent le matin ; pour peu que le cours regulier de ces vens ſoit auancé, ou retardé, ou détourné, par les cauſes particulieres qui peuuent plus ou moins dilater ou eſpaiſſir l'air en chaſque contrée, ils ſe rencontrent les vns les autres, & engendrent des pluies ou des tempeſtes, qui ceſſent ordinairement auſſytoſt aprés, a cauſe que les vens d'Orient & de Nort, qui chaſſent les nuës, demeurent les maiſtres. Et ie croy que ce ſont ces vens d'Orient & de Nort que les Grecs appeloient les Ornithies, a cauſe qu'ils ramenoient les oiſeaux qui vienent au printems. Mais pour ce qui eſt des Eteſies, qu'ils obſeruoient aprés le ſolſtice d'eſté, il eſt vrayſemblable qu'ils procedent des vapeurs que le ſoleil eſleue des terres & des eaux du Septentrion, aprés auoir | deſia ſeiourné aſſés longtems vers le Tropique du Cancre. Car vous ſçaués qu'il s'areſte bien plus a proportion vers les Tropiques, qu'il ne fait en l'eſpace qui eſt entre deux ; & il fault penſer que, pendant les mois de Mars, d'Auril & de May, il diſſout en vapeurs & en vens la pluſpart des nuës & des neiges qui ſont vers noſtre Pole ; mais qu'il ne peut y eſchauffer les terres & les eaux aſſés fort pour en eſleuer d'autres vapeurs qui cauſent des vens, que quelques ſemaines aprés, lorſque ce grand iour de ſix mois, qu'il y fait, eſt vn peu au delà de ſon midy.

Au reſte, ces vens generaux & reguliers ſeroient touſiours tels que ie viens de les expliquer, ſi la ſuperficie de la terre eſtoit partout eſgalement couuerte d'eaux, ou partout eſgalement découuerte, en ſorte qu'il n'y euſt aucune diuerſité de mers, de terres, & de

montaignes, ny aucune autre caufe qui pûft dilater les vapeurs que la prefence du foleil, ou les condenfer que fon abfence. Mais il faut remarquer que, lorfque le foleil luift, il fait fortir communement plus de vapeurs des mers que des terres, a caufe que les terres, fe trouuant feiches en plufieurs endroits, ne luy fourniffent pas tant de matiere ; & qu'au contraire, lors qu'il eft abfent, la chaleur qu'il a caufée en fait fortir dauantage des terres que des mers, a caufe qu'elle y demeure plus fort imprimée. C'eft pourquoy on obferue fouuent, aux bords de la mer, que le vent vient le iour du cofté de l'eau, & la nuit du cofté de la terre. Et c'eft pour cela auffy que ces feux, qu'on nomme des Ardans, conduifent de nuit les voyafgeurs vers les eaux ; car ils fuiuent indifferemment le cours de | l'air, qui tire vers là des terres voyfines, a caufe que celuy qui y eft fe condenfe. Il fault auffy remarquer que l'air qui touche la fuperficie des eaux fuit leur cours en quelque façon ; d'où vient que les vens changent fouuent, le long des coftes de la mer, auec fes flux & reflux ; & que, le long des grandes riuieres, on fent en tems calme de petits vens, qui fuiuent leur cours. Puis il faut remarquer auffy que les vapeurs, qui vienent des eaux, font bien plus humides & plus efpaiffes que celles qui s'efleuent des terres, & qu'il y a toufiours parmi celles cy beaucoup plus d'air & d'exhalaifons. D'où vient que les mefmes tempeftes font ordinairement plus violentes fur l'eau que fur la terre, & qu'vn mefme vent peut eftre fec en vn païs & humide en vn autre ; comme on dit que les vens de Midy, qui font humides prefque par tout, font fecs en Egipte, où il

n'y a que les terres ſeiches & bruſlées du reſte de l'Afrique, qui leur fourniſſent de matiere. Et c'eſt ſans doute cecy qui eſt cauſe qu'il n'y pleut preſque iamais: car, quoy que les vens de Nord venans de la mer y ſoient humides, toutefois, pource qu'auec cela ils y ſont les plus froids qui s'y trouuent, ils n'y peuuent pas ayſement cauſer de pluie, ainſi que vous entendrés cy aprés. Outre cela, il faut conſiderer que la lumiere de la Lune, qui eſt fort ineſgale ſelon qu'elle s'eſloigne ou s'approche du Soleil, contribue a la dilatation des vapeurs, comme fait auſſy celle des autres Aſtres; mais que c'eſt ſeulement en meſme proportion que nous ſentons qu'elle agiſt contre nos yeux; car ce ſont les iuges les plus certains que nous puiſſions auoir pour connoiſtre la force de la lumiere; & que, par conſequent, celle | des Eſtoiles n'eſt quaſi point conſiderable, a comparaiſon de celle de la Lune, ny celle cy a comparaiſon du Soleil. Enfin on doit conſiderer que les vapeurs s'eſleuent fort ineſgalement des diuerſes contrées de la terre : car & les montaignes ſont eſchauffées par les aſtres d'autre façon que les plaines, & les forets que les prairies, & les chams cultiués que les deſers, & meſme certaines terres ſont plus chaudes d'elles meſmes ou plus ayſées a eſchauffer que les autres. Et en ſuite, ſe formant des nuës en l'air fort ineſgales, & qui peuuent eſtre tranſportées d'vne region en vne autre par les moindres vens, & ſouſtenuës a diuerſes diſtances de la terre, meſme pluſieurs enſemble au deſſus les vnes des autres, les aſtres agiſſent derechef d'autre façon contre les plus hautes que contre les plus baſſes; & contre celles cy que contre

la terre qui eſt au deſſous; & d'autre façon contre les meſmes endroits de la terre, lorſqu'il n'y a point de nuës qui les couurent, que lorſqu'il y en a, & aprés qu'il a plû ou neigé qu'auparauant. Ce qui fait qu'il eſt preſque impoſſible de preuoir les vens particuliers qui doiuent eſtre chaſque iour en chaſque contrée de la terre, & que meſme il y en a ſouuent pluſieurs contraires qui paſſent au deſſus les vns des autres. Mais on y pourra bien determiner en general quels vens doiuent eſtre les plus frequens & les plus forts, & en quels lieux & quelles ſaiſons ils doiuent regner, ſi on prent exactement garde a toutes les choſes qui ont eſté icy remarquées. Et on le pourra encore beaucoup mieux determiner dans les grandes mers, principalement aux endroits fort eſloignés de la terre, a cauſe que, n'y ayant point d'ineſgalités en la ſuperficie | de l'eau, ſemblables a celles que nous venons de remarquer ſur les terres, il s'y engendre beaucoup moins de vens irreguliers; & ceux qui vienent des coſtes ne peuuent gueres paſſer iuſques là, comme teſmoigne aſſés l'experience de nos matelots, qui, pour cete cauſe, ont donné a la plus large de toutes les mers le nom de Pacifique. Et ie ne ſçache plus rien icy digne de remarque, ſinon que preſque tous les ſubits changemens d'air, comme de ce qu'il deuient plus chaud, ou plus rare, ou plus humide que la ſaiſon ne le requert, dependent des vens : non ſeulement de ceux qui ſont aux meſmes regions où ſe font ces changemens, mais auſſy de ceux qui en ſont proches, & des diuerſes cauſes dont ils procedent. Car, par exemple, ſi pendant que nous ſentons icy vn vent de

Midy, qui, ne procedant que de quelque cauſe particuliere, & ayant ſon origine fort prés d'icy, n'amene pas beaucoup de chaleur, il y en a vn de Nord aux païs voyſins, qui viene d'aſſés loin ou d'aſſés haut, la matiere tres ſubtile, que cetuy cy amene auec ſoy, peut ayſement paruenir iuſques a nous, & y cauſer vn froid extrordinaire. Et ce vent de Midy, ne ſortant que du lac voyſin, peut eſtre fort humide; au lieu que s'il venoit des campaignes deſertes qui ſont au delà, il ſeroit plus ſec. Et n'eſtant cauſé que par la dilatation des vapeurs de ce lac, ſans que la condenſation d'aucunes autres qui ſoient vers le Septentrion y contribue, il doit rendre noſtre air bien plus eſpais & plus peſant, que s'il n'eſtoit cauſé que par cete condenſation, ſans qu'il ſe fiſt aucune dilatation de vapeurs vers le Midy. A quoy ſi nous adiouſtons que la matiere ſubtile, & les vapeurs qui ſont | dans les pores de la terre, prenant diuers cours, y font auſſy comme des vens, qui amenent auec ſoy des exhalaiſons de toutes ſortes, ſelon les qualités des terres par où ils paſſent; &, outre cela, que les nuës, en s'abaiſſant, peuuent cauſer vn vent qui chaſſe l'air de haut en bas, ainſi que ie diray cy apprés; nous aurons, ie croy, toutes les cauſes des changemens d'air qui ſe remarquent.

DES NVES.

Diſcours Cinquieſme.

Aprés auoir conſideré comment les vapeurs, en ſe dilatant, cauſent les vens, il faut voir comment, en ſe condenſant & reſerrant, elles compoſent les nuës & les brouillas. A ſçauoir, ſitoſt qu'elles deuienent notablement moins tranſparentes que l'air pur, ſi elles s'eſtendent iuſques a la ſuperficie de la terre, on les nomme des brouillas; mais ſi elles demeurent ſuſpenduës plus haut, on les nomme des nuës. Et il eſt a remarquer que ce qui les fait ainſi deuenir moins tranſparentes que l'air pur, c'eſt que, lorſque leur mouuement s'alentiſt, & que leurs parties ſont aſſés proches pour s'entretoucher, elles ſe ioignent & s'aſſemblent en diuers petits tas, qui ſont autant de gouttes d'eau, ou bien de parcelles de glace. Car, pendant qu'elles demeurent tout a fait ſeparées & flotantes en l'air, elles ne peuuent gueres empeſcher le cours de la lumiere; au lieu qu'eſtant aſſemblées, encore que les gouttes d'eau ou les parcelles de glace qu'elles compoſent ſoient tranſparentes, toutefois, a | cauſe que chaſcune de leurs ſuperficies fait refleſchir vne partie des rayons qui donnent decontre, ainſi qu'il a eſté dit en la Dioptrique[a] de toutes celles des cors tranſparens, ces ſuperficies ſe trouuent ayſement en aſſés grand

a. Plus haut, pages 196-197.

nombre pour les faire tous ou preſque tous refleſchir. Et pour les gouttes d'eau, elles ſe forment, lorſque la matiere ſubtile qui eſt autour des petites parties des vapeurs, n'ayant plus aſſés de force pour faire qu'elles s'eſtendent & ſe chaſſent les vnes les autres, en a encore aſſés pour faire qu'elles ſe plient &, en ſuite, que toutes celles qui ſe rencontrent ſe ioignent & s'accumulent enſemble en vne boule. Et la ſuperficie de cete boule deuient incontinent toute eſgale & toute polie, a cauſe que les parties de l'air qui la touchent ſe meuuent d'autre façon que les ſienes, & auſſy la matiere ſubtile, qui eſt en ſes pores, d'autre façon que celle qui eſt en ceux de l'air, comme il a deſia tantoſt eſté expliqué en parlant de la ſuperficie de l'eau de la mer. Et pour meſme raiſon auſſy, elle deuient exactement ronde : car, comme vous pouués ſouuent auoir veu que l'eau des riuieres tournoye & fait des cercles, aux endroits où il y a quelque choſe qui l'empeſche de ſe mouuoir en ligne droite auſſy viſte que ſon agitation le requert; ainſi faut il penſer que la matiere ſubtile, coulant par les pores des autres cors, en meſme façon qu'vne riuiere par les interualles des herbes qui croiſſent en ſon lit, & paſſant plus librement d'vn endroit de l'air en l'autre, & d'vn endroit de l'eau auſſy en l'autre, que de l'air en l'eau, ou reciproquement de l'eau en l'air, comme il a eſté ailleurs remarqué, elle doit tournoyer au dedans de cete goutte, & auſſy au dehors | en l'air qui l'enuironne, mais d'autre meſure qu'au dedans &, par ce moyen, diſpoſer en rond toutes les parties de ſa ſuperficie. Car elles ne peuuent manquer d'obeir a ſes mouue-

mens, d'autant que l'eau eſt vn cors liquide. Et ſans doute cecy eſt ſuffiſant pour faire entendre que les gouttes d'eau doiuent eſtre exactement rondes, au ſens que leurs ſections ſont paralleles a la ſuperficie de la terre; car il n'y a point de raiſon qu'aucune des parties de leur circonference s'eſloigne ny s'approche de leurs centres plus que les autres en ce ſens là, vû qu'elles n'y ſont ne plus ne moins preſſées d'vn coſté que d'autre par l'air qui les enuironne, au moins s'il eſt calme & tranquille, comme nous le deuons icy ſuppoſer. Mais, pource que, les conſiderant en autre ſens, on peut douter, lorſqu'elles ſont ſi petites que leur peſanteur n'a pas la force de leur faire diuiſer l'air pour deſcendre, ſi cela ne les rend point vn peu plus plates & moins eſpaiſſes en leur hauteur qu'en leur largeur, comme T ou V, il faut prendre garde qu'elles ont de l'air autour de leurs coſtés auſſy bien qu'au deſſous, & que, ſi leur peſanteur n'eſt ſuffiſante pour faire que celuy qui eſt au deſſous leur quitte ſa place & les laiſſe deſcendre, elle ne le peut eſtre non plus pour faire que celuy qui eſt aux coſtés ſe retire, & les laiſſe deuenir plus larges. Et pource qu'on peut douter, tout au contraire, lorſque leur peſanteur les fait deſcendre, ſi l'air qu'elles diuiſent ne les rend point vn peu plus longues & eſtroites, comme X ou Y, il faut encore prendre garde, qu'en eſtant enuironnées tout autour, celuy qu'elles diuiſent, & dont elles vont occu|per la place en deſcendant, doit monter a meſme tems au deſſus d'elles, pour y remplir celle qu'elles y laiſſent, & qu'il ne le peut qu'en coulant tout le long

T V X Y

de leur ſuperficie, où il trouue le chemin plus court & plus ayſé, lorſqu'elles ſont rondes, que ſi elles auoient quelque autre figure; car chaſcun ſçait que, de toutes les figures, c'eſt la ronde qui eſt la plus capable, c'eſt a dire celle qui a le moins de ſuperficie a raiſon de la grandeur du cors qu'elle contient. Et ainſi, en quelle façon qu'on le veuille prendre, ces gouttes doiuent touſiours demeurer rondes, ſi ce n'eſt que la force de quelque vent, ou quelque autre cauſe particuliere, les en empeſche. Pour ce qui eſt de leur groſſeur, elle depend de ce que les parties de la vapeur ſont plus ou moins proches les vnes des autres, lorſqu'elles commencent a les compoſer, & auſſy de ce qu'elles ſont, par aprés, plus ou moins agitées, & de la quantité des autres vapeurs qui peuuent venir ſe ioindre a elles. Car chaſcune d'abbord ne ſe compoſe que de deux ou trois des petites parties de la vapeur qui s'entrerencontrent, mais, auſſy toſt aprés, ſi cete vapeur a eſté vn peu eſpaiſſe, deux ou trois des gouttes qui s'en ſont formées, en ſe rencontrant, ſe ioignent en vne, & derechef deux ou trois de celles cy encore en vne, & ainſi de ſuite, iuſques a ce qu'elles ne ſe puiſſent plus rencontrer. Et pendant qu'elles ſe ſouſtienent en l'air, il peut auſſy venir d'autres vapeurs ſe ioindre a elles, & les groſſir, iuſques a ce qu'enfin leur peſanteur les face tomber en pluie ou en roſée.

Pour les petites parcelles de glace, elles ſe forment lorſque le froid eſt ſi grand que les parties de la vapeur| ne peuuent eſtre pliées par la matiere ſubtile qui eſt parmi elles. Et ſi ce froid ne ſuruient qu'aprés que les gouttes ſont deſia formées, il les laiſſe toutes

rondes en les gelant, ſi ce n'eſt qu'il ſoit accompagné de quelque vent aſſés fort, qui les face deuenir vn peu plates du coſté qu'il les rencontre. Et, au contraire, s'il ſuruient dés auparauant qu'elles ayent commencé a ſe former, les parties de la vapeur ne ſe ioignent qu'en long, & ne compoſent que des filets de glace fort deliés. Mais, ſi le froid ſuruient entre ces deux tems, ce qui eſt le plus ordinaire, il gele les parties de la vapeur a meſure qu'elles ſe plient & s'entaſſent plusieurs enſemble, ſans leur donner le loyſir de s'vnir aſſés parfaitement pour former des gouttes; & ainſi il en fait de petits nœuds ou pelotons de glace, qui ſont tous blancs, a cauſe qu'ils ſont compoſés de pluſieurs filets, qui ne laiſſent pas d'eſtre ſeparés & d'auoir chaſcun leurs ſuperficies diſtinctes, encore qu'ils ſoient pliés l'vn ſur l'autre. Et ces nœuds ſont comme velus ou couuers de poil tout alentour, a cauſe qu'il y a touſiours pluſieurs parties de la vapeur, qui, ne pouuant ſe plier & s'entaſſer ſitoſt que les autres, s'appliquent toutes droites contre eux, & compoſent les petits poils qui les couurent : & ſelon que ce froid vient plus lentement ou plus a coup, & que la vapeur eſt plus eſpaiſſe ou plus rare, ces nœuds ſe forment plus gros ou plus petits; & les poils ou filets qui les enuironnent, plus forts & plus cours, ou plus deliés & plus longs.

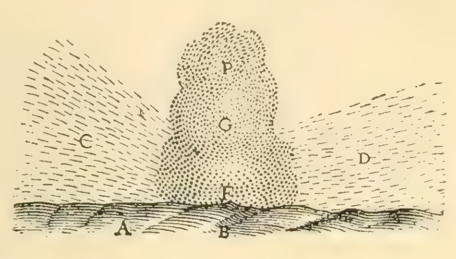
Et vous pouués voir, de cecy, qu'il y a touſiours deux choſes qui ſont requiſes pour conuertir les vapeurs en eau ou en glace : a ſçauoir que leurs parties ſoient aſſés|proches pour s'entretoucher, & qu'il y ait autour d'elles aſſés de froideur pour faire qu'en s'en-

tretouchant elles ſe ioignent & s'areſtent les vnes aux autres. Car ce ne feroit pas aſſés que leur froideur fuſt tres grande, ſi elles eſtoient eſparſes en l'air ſi loin a loin qu'elles ne s'entretouchaſſent aucunement; ny auſſy qu'elles fuſſent fort proches les vnes des autres & fort preſſées, ſi leur chaleur, c'eſt a dire leur agitation, eſtoit aſſés forte pour les empeſcher de ſe ioindre. Ainſi on ne voit pas qu'il ſe forme touſiours des nuës au haut de l'air, nonobſtant que le froid y ſoit touſiours aſſés grand pour cet effect; & il eſt requis, de plus, qu'vn vent occidental, s'oppoſant au cours ordinaire des vapeurs, les aſſemble & les condenſe aux endroits où il ſe termine; ou bien que deux ou pluſieurs autres vens, venans de diuers coſtés, les preſſent & accumulent entre eux; ou qu'vn de ces vens les chaſſe contre vne nuë deſia formée; ou enfin qu'elles aillent s'aſſembler de ſoy meſme contre le deſſous de quelque nuë, a meſure qu'elles ſortent de la terre. Et il ne ſe forme pas auſſy touſiours des brouillars autour de nous; ny en hyuer, encore que l'air y ſoit aſſés froid; ny en eſté, encore que les vapeurs y ſoient aſſés abondantes; mais ſeulement lorſque la froideur de l'air & l'abondance des vapeurs concourent enſemble, comme il arriue ſouuent le ſoir ou la nuit, lorſqu'vn iour aſſés chaud a precedé : principalement au printems plus qu'aux autres ſaiſons, meſme qu'en automne, a cauſe qu'il y a plus d'ineſgalité entre la chaleur du iour & la froideur de la nuit; & plus auſſy aux lieux mareſcageux ou maritimes que ſur les terres qui ſont loin des eaux, ny ſur les eaux qui ſont loin | des terres, a cauſe que l'eau, perdant plutoſt ſa chaleur que la terre, y

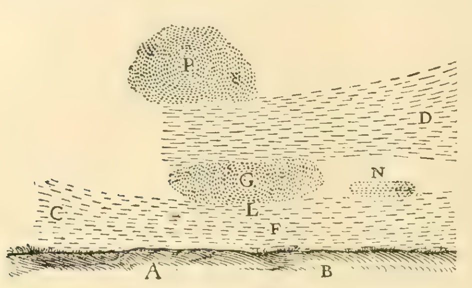
rafroidift l'air, dans lequel fe condenfent les vapeurs que les terres humides & chaudes produifent en abondance. Mais les plus grans brouillas fe forment, comme les nuës, aux lieux où le cours de deux ou plufieurs vens fe termine. Car ces vens chaffent vers ces lieux là plufieurs vapeurs, qui s'y efpaiffiffent, ou en brouillas, fi l'air proche de la terre eft fort froid; ou en nuës, s'il ne l'eft affés pour les condenfer que plus haut. Et remarqués que les gouttes d'eau, ou les parcelles de glace, dont les brouillas font compofés, ne peuuent eftre que tres petites : car, fi elles eftoient tant foit peu groffes, leur pefanteur les feroit defcendre affés promptement vers la terre, de façon que nous ne dirions pas que ce fuffent des brouillas, mais de la pluie ou de la neige; &, auec cela, que iamais il ne peut y auoir aucun vent où ils font, qu'il ne les diffipe bientoft aprés, principalement lorfqu'ils font compofés de gouttes d'eau : car la moindre agitation d'air fait que ces gouttes, en fe ioignant plufieurs enfemble, fe groffiffent & tombent en pluie ou en rofée. Remarqués auffy, touchant les nuës, qu'elles peuuent eftre produites a diuerfes diftances de la terre, felon que les vapeurs ont loyfir de monter plus ou moins haut, auant que d'eftre affés condenfées pour les compofer. D'où vient qu'on en voit fouuent plufieurs au deffus les vnes des autres, & mefme qui font agitées par diuers vens. Et cecy arriue principalement aux païs de montaignes, a caufe que la chaleur qui efleue les vapeurs y agift plus inefgalement qu'aux autres lieux. Il faut remarquer, outre cela, que les plus hautes de ces nuës ne|peuuent quafi iamais eftre com-

posées de gouttes d'eau, mais seulement de parcelles de glace; car il est certain que l'air où elles sont est plus froid, ou du moins aussy froid que celuy qui est aux sommets des hautes montaignes, lequel neanmoins l'est assés, mesme au cœur de l'esté, pour empescher que les neiges ne s'y fondent. Et pourceque, plus les vapeurs s'esleuent haut, plus elles y trouuent de froid qui les gele, & moins elles y peuuent estre pressées par les vens, de là vient que, pour l'ordinaire, les plus hautes parties des nuës ne se composent que de filets de glace fort deliés, & qui sont espars en l'air fort loin a loin. Puis, vn peu au dessous, il se forme des nœuds ou pelotons de cete glace, qui sont fort petits & couuers de poils; &, par degrés, encore d'autres au dessous, vn peu moins petits; & enfin quelquefois, tout au plus bas, il se forme des gouttes d'eau. Et lorsque l'air qui les contient est entierement calme & tranquille, ou bien qu'il est tout esgalement emporté par quelque vent, tant ces gouttes, que ces parcelles de glace, y peuuent demeurer esparses assés loin a loin & sans aucun ordre, en sorte que, pour lors, la forme des nuës ne differe en rien de celle des brouillas. Mais, pourceque souuent elles sont poussées par des vens qui n'occupent pas esgalement tout l'air qui les enuironne, & qui, par consequent, ne les pouuant faire mouuoir de mesme mesure que cet air, coulent par dessus & par dessous, en les pressant & les contraignant de prendre la figure qui peut le moins empescher leur mouuement, celles de leurs superficies contre lesquelles passent ces vens deuienent toutes plates & vnies. Et ce que ie desire icy

particulierement que vous | remarquiés, c'eſt que tous les petits nœuds ou pelotons de neige, qui ſe trouuent en ces ſuperficies, s'arrengent exactement en telle ſorte, que chaſcun d'eux en a ſix autres autour de ſoy, qui le touchent, ou du moins qui ne ſont pas plus eſloignés de luy l'vn que l'autre. Suppoſons, par exemple, qu'au deſſus de la terre AB il vient vn vent de la partie occidentale D, qui s'oppoſe au cours ordinaire de l'air, ou, ſi vous l'aymés mieux, a vn autre vent, qui vient de la partie orientale C; & que ces deux vens ſe ſont areſtés au commencement l'vn l'autre, enuiron l'eſpace FGP, où ils ont condenſé quelques vapeurs, dont ils ont fait vne maſſe confuſe, pendant que, leurs forces ſe balençant & ſe trouuant eſgales en cet endroit, ils y ont laiſſé l'air calme & tranquille. Car il arriue ſouuent que deux vens ſont oppoſés en cete ſorte, a cauſe qu'il y en a touſiours pluſieurs differens autour de la terre en meſme tems, & que chaſcun d'eux y eſtend d'ordinaire ſon cours, ſans ſe détourner, iuſques au lieu où il en rencontre vn contraire qui luy reſiſte. Mais leurs forces n'y peuuent gueres demeurer longtems ainſi balancées, & | leur matiere y affluant de plus en plus, s'ils ne ceſſent tous deux enſemble, ce qui eſt rare, le plus ſort prent enfin ſon cours par le deſſous ou le deſſus

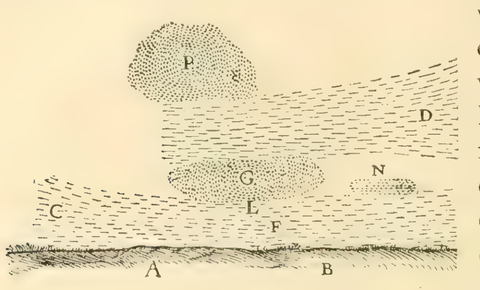


de la nuë, ou meſme auſſy par le milieu, ou tout alentour, ſelon qu'il s'y trouue plus diſpoſé; au moyen de quoy, s'il n'amortiſt l'autre tout a fait, il le contraint au moins de ſe détourner. Comme icy, ie ſuppoſe que le vent occidental, ayant pris ſon cours entre G & P, a contraint l'oriental de paſſer par deſſous vers F, où il a fait tomber en roſée le brouillar qui y eſtoit, puis a retenu au deſſus de ſoy la nuë G qui, ſe trouuant preſſée entre ces deux vens, eſt deuenuë fort plate & eſtenduë. Et les petits pelotons de glace, qui ont eſté en ſa ſuperficie, tant du deſſus que du deſſous, comme auſſy en celle du deſſous de la nuë P, ont dû s'y arrenger en telle ſorte que chaſcun en ait ſix autres qui l'enuironnent; car on ne ſçauroit imaginer aucune raiſon qui les en ait empeſchés, & naturellement tous les cors rons | & eſgaus qui ſont meus en vn meſme plan par vne force aſſés ſemblable, s'arrengent en cete ſorte, ainſi que vous pourrés voir par experience, en iettant confuſement vn rang ou deux de perles rondes toutes defilées ſur vne aſſiette, & les esbranſlant, ou ſoufflant ſeulement vn peu decontre, affin qu'elles s'approchent les vnes des autres. Mais notés que ie ne parle icy que des ſuperficies du deſſous ou du deſſus, & non point de celles des coſtés, a cauſe que l'ineſ-



gale quantité de matiere, que les vens peuuent pouſſer decontre a chaſque moment, ou en oſter, rend ordinairement la figure de leur circuit fort irreguliere & ineſgale. Ie n'aiouſte point auſſy que les petits nœus de glace, qui compoſent le dedans de la nuë G, ſe doiuent arrenger en meſme façon que ceux des ſuperficies, a cauſe que ce n'eſt pas vne choſe du tout ſi manifeſte. Mais ie deſire que vous conſideriés encore ceux qui ſe peuuent aller areſter au deſſous d'elle, aprés qu'elle eſt toute formée ; car ſi, pendant qu'elle demeure ſuſpenduë en l'eſpace G, il ſort quelques vapeurs des endroits de la terre qui ſont vers A, leſquelles, ſe refroidiſſant en l'air peu a peu, ſe conuertiſſent en petits nœus de glace, que le vent chaſſe vers L, il n'y a point de doute que ces nœus s'y doiuent arrenger en telle ſorte que chaſcun d'eux ſoit enuironné de ſix autres, qui le preſſent eſgalement & ſoient en meſme plan, & ainſi compoſer, premierement, comme vne feuille qui s'eſtende ſous la ſuperficie de cete nuë, puis encore vne autre feuille qui s'eſtende ſous celle cy, & ainſi encore d'autres, autant qu'il y aura de matiere. Et de plus, il faut remarquer que le vent qui paſſe entre la terre & cete nuë, agiſſant auec | plus de force contre la plus baſſe de ces feuilles que contre celle qui eſt immediatement au deſſus, & auec plus de force contre celle cy que contre celle qui eſt encore au deſſus, & ainſi de ſuite, les peut entraiſner & faire mouuoir ſeparement l'vne de l'autre, & polir par ce moyen leurs ſuperficies, en rabatant des deux coſtés les petits poils qui ſont autour des pelotons dont elles ſont compoſées. Et meſme il peut faire

gliffer vne partie de ces feuilles hors du deffous de cete nuë G, & les tranfporter au delà, comme vers N, où elles en compofent vne nouuelle. Et encore que ie n'aye icy parlé que des parcelles de glace qui font entaffées en forme de petis nœuds ou pelotons, le mefme fe peut ayfement auffy entendre des gouttes d'eau, pouruû que le vent ne foit point affés fort pour faire qu'elles s'entrepouffent, ou bien qu'il y ait autour d'elles quelques exhalaifons, ou, comme il arriue fouuent, quelques vapeurs non encore | difpofées a prendre la forme de l'eau, qui les feparent; car autrement, fi toft qu'elles fe touchent, elles s'affemblent plufieurs en vne, & ainfi deuienent fi groffes & fi pefantes, qu'elles font contraintes de tomber en pluie.



Au refte, ce que i'ay tantoft dit, que la figure du circuit de chaque nuë eft ordinairement fort irreguliere & inefgale, ne fe doit entendre que de celles qui occupent moins d'efpace, en hauteur & en largeur, que les vens qui les enuironnent. Car il fe trouue quelquefois fi grande abondance de vapeurs, en l'endroit où deux ou plufieurs vens fe rencontrent, qu'elles contraignent ces vens de tournoyer autour d'elles, au lieu de paffer au deffus ou au deffous, & ainfi qu'elles forment vne nuë extraordinairement grande, qui, ef-

tant eſgalement preſſée de tous coſtés par ces vens, deuient toute ronde & fort vnie en ſon circuit ; & meſme qui, lorſque ces vens ſont vn peu chauds, ou bien qu'elle eſt expoſée a la chaleur du Soleil, y acquert comme vne eſcorſe ou vne crouſte de pluſieurs parcelles de glace iointes enſemble, qui peut deuenir aſſés groſſe & eſpaiſſe ſans que ſa peſanteur la face tomber, a cauſe que tout le reſte de la nuë la ſouſtient.

|DE LA NEIGE, DE LA PLVIE ET DE LA GRESLE.

Diſcours Sixieſme.

Il y a pluſieurs choſes qui empeſchent communement que les nuës ne deſcendent incontinent aprés eſtre formées. Car, premierement, les parcelles de glace ou les gouttes d'eau dont elles ſont compoſées, eſtant fort petites, & par conſequent ayant beaucoup de ſuperficie a raiſon de la quantité de leur matiere, la reſiſtence de l'air qu'elles auroient a diuiſer, ſi elles deſcendoient, peut ayſement auoir plus de force pour les en empeſcher que n'en a leur peſanteur pour les y contraindre. Puis les vens, qui ſont d'ordinaire plus fors contre la terre où leur cors eſt plus groſſier, qu'au haut de l'air où il eſt plus ſubtil, & qui, pour cete cauſe, agiſſent plus de bas en haut que de haut en

bas, peuuent non ſeulement les ſouſtenir, mais ſouuent auſſy les faire monter au deſſus de la region de l'air où elles ſe trouuent. Et le meſme peuuent encore les vapeurs qui, ſortant de la terre, ou venant de quelque autre coſté, ſont enfler l'air qui eſt ſous elles; ou auſſy la ſeule chaleur de cet air qui, en le dilatant, les repouſſe; ou la froideur de celuy qui eſt au deſſus, qui, en le reſerrant, les attire; ou choſes ſemblables. Et particulierement les parcelles de glace, eſtant pouſſées les vnes contre les autres par les vens, s'entretouchent ſans s'vnir pour cela tout a fait, & compoſent vn cors ſi rare, ſi leger | & ſi eſtendu, que, s'il n'y ſuruient de la chaleur qui fonde quelques vnes de ſes parties & par ce moyen le condenſe & l'appeſantiſſe, il ne peut preſque iamais deſcendre iuſqu'a terre. Mais, comme il a eſté dit cy deſſus[a], que l'eau eſt en quelque façon dilatée par le froid lorſqu'elle ſe gele, ainſi faut il icy remarquer que la chaleur, qui a couſtume de rarefier les autres cors, condenſe ordinairement celuy des nuës. Et cecy eſt ayſé a experimenter en la neige, qui eſt de la meſme matiere dont elles ſont, excepté qu'elle eſt deſia plus condenſée; car on voit qu'eſtant miſe en lieu chaud, elle ſe reſerre & diminue beaucoup de groſſeur, auant qu'il en ſorte aucune eau, ny qu'elle diminue de poids. Ce qui arriue d'autant que les extremités des parcelles de glace dont elle eſt compoſée, eſtant plus deliées que le reſte, ſe fondent plutoſt; & en ſe fondant, c'eſt a dire en ſe pliant & deuenant comme viues & remuantes, a cauſe de l'agitation de la matiere ſubtile qui les enuironne, elles ſe vont gliſſer

a. Voir ci-avant, pages 237-238.

& attacher contre les parcelles de glace voyſines, ſans pour cela ſe detacher de celles a qui elles ſont deſia iointes, & ainſi les font approcher les vnes des autres. Mais, pource que les parcelles qui compoſent les nuës, ſont ordinairement plus loin a loin que celles qui compoſent la neige qui eſt ſur terre, elles ne peuuent ainſi s'approcher de quelques vnes de leurs voyſines ſans s'eſloigner par meſme moyen de quelques autres; ce qui fait qu'ayant eſté auparauent eſgalement eſparſes par l'air, elles ſe diuiſent aprés en pluſieurs petits tas ou floccons, qui deuienent d'autant plus gros que les parties de la nuë ont eſté plus ſerrées, & que la chaleur eſt plus lente. Et meſme, lors|que quelque vent, ou quelque dilatation de tout l'air qui eſt au deſſus de la nuë, ou autre telle cauſe fait que les plus hauts de ces floccons deſcendent les premiers, ils s'attachent a ceux de deſſous qu'ils rencontrent en leur chemin, & ainſi les rendent plus gros. Aprés quoy la chaleur, en les condenſant & les appeſantiſſant de plus en plus, peut ayſement les faire deſcendre iuſques a terre. Et lorſqu'ils y deſcendent ainſi, ſans eſtre fondus tout a fait, ils compoſent de la neige; mais ſi l'air par où ils paſſent, eſt ſi chaud qu'il les fonde, ainſi qu'il eſt touſiours pendant l'eſté, & fort ſouuent aux autres ſaiſons en noſtre climat, ils ſe conuertiſſent en pluie. Et il arriue auſſy quelquefois qu'aprés eſtre ainſi fondus ou preſque fondus, il ſuruient quelque vent froid qui, les gelant derechef, en fait de la greſle.

Or cete greſle peut eſtre de pluſieurs ſortes : car, premierement, ſi le vent froid qui la cauſe rencontre

des gouttes d'eau desia formées, il en fait des grains de glace tous transparens & tous ronds, excepté qu'il les rend quelquefois vn peu plats du costé qu'il les pousse. Et s'il rencontre des floccons de neige presque fondus, mais qui ne soient point encore arondis en gouttes d'eau, alors il en fait cete gresle cornuë, & de diuerses figures irregulieres, dont quelquefois les grains se trouuent fort gros, a cause qu'ils sont formés par vn vent froid qui, chassant la nuë de haut en bas, pousse plusieurs de ses floccons l'vn contre l'autre, & les gele tous en vne masse. Et il est icy a remarquer que, lorsque ce vent approche de ces floccons qui se fondent, il fait que la chaleur de l'air qui les enuironne, c'est a dire la matiere subtile la plus agitée | & la moins subtile qui soit en cet air, se retire dans leurs pores, a cause qu'il ne les peut pas du tout si tost penetrer. En mesme façon que sur terre, quelquefois, lorsqu'il arriue tout a coup vn vent ou vne pluie qui rafroidist l'air de dehors, il entre plus de chaleur qu'auparauant dans les maisons. Et la chaleur, qui est dans les pores de ces floccons, se tient plutost vers leurs superficies que vers leurs centres, d'autant que la matiere subtile qui la cause y peut mieux continuer ses mouuemens; & là, elle les fond de plus en plus, vn peu deuant qu'ils commencent derechef a se geler; & mesme les plus liquides, c'est a dire les plus agitées de leurs parties qui se trouuent ailleurs, tendent aussy vers là; au lieu que celles qui n'ont pas loysir de se fondre demeurent au centre. D'où vient que le dehors de chasque grain de cete gresle, estant ordinairement composé d'vne glace continuë & transparente,

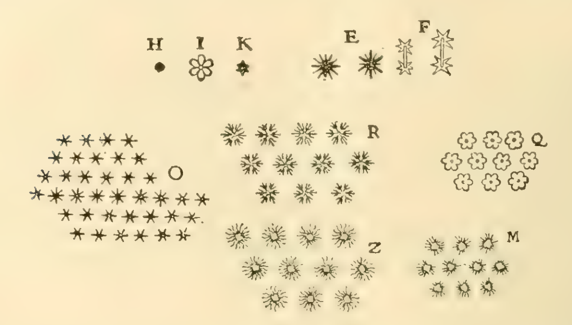
il y a dans le milieu vn peu de neige, ainſi que vous pourrés voir en les caſſant. Et pource qu'elle ne tombe quaſi iamais qu'en eſté, cecy vous aſſurera que les nuës peuuent eſtre, pour lors, compoſées de parcelles de glace auſſy bien que l'hyuer. Mais la raiſon qui empeſche qu'il ne peut gueres tomber en hyuer de telle greſle, au moins dont les grains ſoient vn peu gros, eſt qu'il n'arriue gueres aſſés de chaleur iuſques aux nuës pour cet effect, ſinon lorſqu'elles ſont ſi baſſes que leur matiere, eſtant fondue ou preſque fondue, n'auroit pas le tems de ſe geler derechef, auant que d'eſtre deſcendue iuſques a terre. Que ſi la neige n'eſt point encore ſi fondue, mais ſeulement vn peu reſchauffée & ramollie, lorſque le vent froid, qui la conuertiſt en greſle, ſuruient, | elle ne ſe rend point du tout tranſparente, mais demeure blanche comme du ſucre. Et ſi les floccons de cete neige ſont aſſés petis, comme de la groſſeur d'vn pois ou au deſſous, chaſcun ſe conuertiſt en vn grain de greſle qui eſt aſſés rond. Mais s'ils ſont plus gros, ils ſe fendent & ſe diuiſent en pluſieurs grains tous pointus en forme de pyramides. Car la chaleur, qui ſe retire dans les pores de ces floccons, au moment qu'vn vent froid commence a les enuironner, condenſe & reſerre toutes leurs parties, en tirant de leurs circonferences vers leurs centres, ce qui les fait deuenir aſſés ronds, & le froid, les penetrant auſſy toſt aprés, & les gelant, les rend beaucoup plus durs que n'eſt la neige. Et pource que, lorſqu'ils ſont vn peu gros, la chaleur qu'ils ont au dedans continue encore de faire que leurs parties interieures ſe reſerrent & ſe condenſent, en tirant touſiours vers le

centre, aprés que les exterieures ſont tellement durcies & engelées par le froid qu'elles ne les peuuent ſuiure, il eſt neceſſaire qu'ils ſe fendent en dedans, ſuiuant des plans ou lignes droites qui tendent vers le centre, & que, leurs fentes s'augmentant de plus en plus a meſure que le froid penetre plus auant, enfin ils s'eſclatent & ſe diuiſent en pluſieurs pieces pointues, qui ſont autant de grains de greſle. Ie ne determine point en combien de tels grains chaſcun ſe peut diuiſer; mais il me ſemble que, pour l'ordinaire, ce doit eſtre en 8 pour le moins, & qu'ils ſe peuuent auſſy peuteſtre diuiſer en douze ou 20 ou 24, mais encore mieux en trente deux, ou meſme en beaucoup plus grand nombre, ſelon qu'ils ſont plus gros, & d'vne neige plus ſubtile, & que le froid, qui les conuertiſt en greſle, | eſt plus aſpre & vient plus a coup. Et i'ay obſerué plus d'vne fois de telle greſle, dont les grains auoient a peu prés la figure des ſegmens d'vne boule diuiſée en huit parties eſgales par trois ſections qui s'entrecouppent au centre a angles droits. Puis i'en ay auſſy obſerué d'autres, qui, eſtans plus longs & plus petis, ſembloient eſtre enuiron le quart de ceux là, bien que, leurs querres s'eſtant émouſſées & arondies en ſe reſerrant, ils euſſent quaſi la figure d'vn pain de ſucre. Et i'ay obſerué auſſy que deuant ou aprés, ou meſme parmi ces grains de greſle, il en tomboit communement quelques autres qui eſtoient rons.

Mais les diuerſes figures de cete greſle n'ont encore rien de curieux ny de remarquable, a comparaiſon de celles de la neige qui ſe fait de ces petis nœuds ou pelotons de glace arrengés par le vent en forme de

feuilles, en la façon que i'ay tantoſt deſcrite. Car, lorſque la chaleur commence a fondre les petis poils de ces feuilles, elle abat premierement ceux du deſſus & du deſſous, a cauſe que ce ſont les plus expoſés a ſon action, & fait que le peu de liqueur, qui en ſort, ſe reſpand ſur leurs ſuperficies, où il rempliſt auſſy toſt les petites ineſgalités qui s'y trouuent, & ainſi les rend auſſy plates & polies que ſont celles des cors liquides, nonobſtant qu'il s'y regele tout auſſy toſt, a cauſe que, ſi la chaleur n'eſt point plus grande qu'il eſt beſoin pour faire que ces petis poils, eſtant enuironnés d'air tout autour, ſe degelent, ſans qu'il ſe fonde rien dauantage, elle ne l'eſt pas aſſés pour empeſcher que leur matiere ne ſe regele, quand elle eſt ſur ces ſuperficies qui ſont de glace. Aprés cela, cete cha|leur ramoliſſant & fleſchiſſant auſſy les petis poils qui reſtent autour de chaſque nœud dans le circuit où il eſt enuironné de ſix autres ſemblables a luy, elle fait que ceux de ces poils, qui ſont les plus eſloignés des ſix nœuds voyſins, ſe plians indifferemment ça & là, ſe vont tous ioindre a ceux qui ſont vis a vis de ces ſix nœuds; car ceux cy, eſtans rafroidis par la proximité de ces nœuds, ne peuuent ſe fondre, mais tout au contraire font geler derechef la matiere des autres, ſitoſt qu'elle eſt meſlée parmi la leur. Au moyen de quoy, il ſe forme ſix pointes ou rayons autour de chaſque nœud, qui peuuent auoir diuerſes figures ſelon que les nœuds ſont plus ou moins gros & preſſés, & leurs poils plus ou moins fors & longs, & la chaleur qui les aſſemble plus ou moins lente & moderée; & ſelon auſſy que le vent qui accompaigne cete chaleur, ſi au

moins elle eſt accompaignée de quelque vent, eſt plus ou moins fort. Et ainſi la face exterieure de la nuë, qui eſtoit auparauant telle qu'on voit vers Z|ou vers



M, deuient, par aprés, telle qu'on voit vers O ou vers Q, & chaſcune des parcelles de glace dont elle eſt compoſée, a la figure d'vne petite roſe ou eſtoile fort bien taillée.

Mais, affin que vous ne penſiés pas que ie n'en parle que par opinion, ie vous veux faire icy le rapport d'vne obſeruation que i'en ay faite l'hyuer paſſé 1635. Le quatrieſme de Feurier, l'air ayant eſté auparauant extremement froid, il tomba le ſoir a Amſterdam, où i'eſtois pour lors, vn peu de verglas, c'eſt a dire de pluie qui ſe geloit en arriuant contre la terre; & aprés, il ſuiuit vne greſle fort menue, dont ie iugay que les grains, qui n'eſtoient qu'a peu prés de la groſſeur qu'ils ſont repreſentés vers H, eſtoient des gouttes de la meſme pluie qui s'eſtoient gelées au haut de l'air. Toutefois, au lieu d'eſtre exactement rons comme ſans doute ces gouttes auoient eſté, ils auoient vn coſté notablement plus plat que l'autre, en ſorte qu'ils

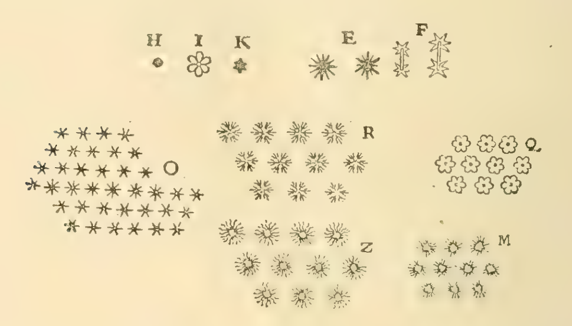
reſſembloient preſque en figure la partie de noſtre œil qu'on nomme l'humeur criſtaline. D'où ie connu que le vent, qui eſtoit lors tres grand & tres froid, auoit eu la force de changer ainſi la figure des gouttes en les gelant. Mais ce qui m'eſtonna le plus de tout, fut qu'entre ceux de ces grains qui tomberent les derniers, i'en remarquay quelques vns qui auoient autour de ſoy ſix petites dens, ſemblables a celles des rouës des horologes, ainſi que vous voyés vers I. Et ces dens eſtant fort blanches, comme du ſucre, au lieu que les grains, qui eſtoient de glace tranſparente, ſembloient preſque noirs, elles paroiſſoient manifeſtement eſtre faites d'vne neige fort ſubtile qui s'eſtoit attachée autour| d'eux depuis qu'ils eſtoient formés, ainſi que s'attache la gelée blanche autour des plantes. Et ie connu cecy d'autant plus clairement de ce que, tout a la fin, i'en rencontray vn ou deux qui auoient autour de ſoy pluſieurs petits poils ſans nombre, compoſés d'vne neige plus pale & plus ſubtile que celle des petites dens qui eſtoient autour des autres, en ſorte qu'elle luy pouuoit eſtre comparée en meſme façon que la cendre non foulée, dont ſe couurent les charbons en ſe conſumant, a celle qui eſt recuite & entaſſée dans le foier[a]. Seulement auois-ie de la peine a imaginer qui pouuoit auoir formé & compaſſé ſi iuſtement ces ſix dens autour de chaſque grain dans le milieu d'vn air libre & pendant l'agitation d'vn fort grand vent, iuſques a ce qu'enfin ie conſideray que ce vent auoit pû facilement emporter quelques vns de ces grains au deſſous ou au delà de quelque nuë, &

a. « fuier » D.

les y ſouſtenir, a cauſe qu'ils eſtoient aſſés petits; & que là ils auoient deu s'arrenger en telle ſorte, que chaſcun d'eux | fuſt enuironné de ſix autres ſitués en vn meſme plan, ſuiuant l'ordre ordinaire de la nature. Et, de plus, qu'il eſtoit bien vrayſemblable que la chaleur, qui auoit deu eſtre vn peu auparauant au haut de l'air, pour cauſer la pluie que i'auois obſeruée, y auoit auſſy eſmeu quelques vapeurs que ce meſme vent auoit chaſſées contre ces grains, où elles s'eſtoient gelées en forme de petits poils fort deliés, & auoient meſme peuteſtre aydé a les ſouſtenir : en ſorte qu'ils auoient pû facilement demeurer là ſuſpendus, iuſques a ce qu'il fuſt derechef ſuruenu quelque chaleur. Et que, cete chaleur fondant d'abbord tous les poils qui eſtoient autour de chaſque grain, excepté ceux qui s'eſtoient trouués vis a vis du milieu de quelqu'vn des ſix autres grains qui l'enuironnoient, a cauſe que leur froideur auoit empeſché ſon action, la matiere de ces poils fondus s'eſtoit meſlée auſſy toſt parmi les ſix tas de ceux qui eſtoient demeurés, & les ayant, par ce moyen, fortifiés & rendus d'autant moins penetrables a la chaleur, elle s'eſtoit gelée parmi eux, & ils auoient ainſi composé ces ſix dens. Au lieu que les poils ſans nombre que i'auois vû autour de quelques vns des derniers grains qui eſtoient tombés, n'auoient point du tout eſté attains par cete chaleur. Le lendemain matin, ſur les huit heures, i'obſeruay encore vne autre ſorte de greſle, ou plutoſt de neige, dont ie n'auois iamais ouy parler. C'eſtoient de petites lames de glace toutes plates, fort polies, fort tranſparentes, enuiron de l'eſpaiſſeur d'vne feuille d'aſſés gros papier, & de la gran-

deur qu'elles ſe voyent vers K, mais ſi parfaitement taillées en hexagones, & dont les ſix coſtés eſtoient ſi droits, & les ſix an|gles ſi eſgaux, qu'il eſt impoſſible aux hommes de rien faire de ſi exact. Ie vis bien incontinent que ces lames auoient deu eſtre premierement de petits pelotons de glace, arrengés comme i'ay tantoſt dit, & preſſés par vn vent tres fort, accompagné d'aſſés de chaleur, en ſorte que cete chaleur auoit fondu tous leurs poils, & auoit tellement rempli tous leurs pores de l'humidité qui en eſtoit ſortie, que de blancs, qu'ils auoient eſté auparauant, ils eſtoient deuenus tranſparens; & que ce vent les auoit a meſme tems ſi fort preſſés les vns contre les autres, qu'il n'eſtoit demeuré aucun eſpace entre deux, & qu'il auoit auſſy applani leurs ſuperficies en paſſant par deſſus & par deſſous, & ainſi leur auoit iuſtement donné la figure de ces lames. Seulement reſtoit il vn peu de difficulté, en ce que, ces pelotons de glace ayant eſté ainſi demi fondus & a meſme tems preſſés l'vn contre l'autre, ils ne s'eſtoient point collés enſemble pour cela, mais eſtoient demeurés tous ſeparés; car, quoy que i'y priſſe garde expreſſement, ie n'en pû iamais rencontrer deux qui tinſent l'vn a l'autre. Mais ie me ſatisfis bientoſt là deſſus, en conſiderant de quelle façon le vent agite touſiours & fait plier ſucceſſiuement toutes les parties de la ſuperficie de l'eau, en coulant par deſſus, ſans la rendre pour cela rude ou ineſgale. Car ie connu de là qu'infalliblement il fait plier & ondoyer en meſme ſorte les ſuperficies des nuës, & qu'y remuant continuellement chaſque parcelle de glace, vn peu autrement que ſes voyſines, il ne leur

permet pas de fe coller enfemble tout a fait, encore qu'il ne les defarrenge point pour cela, & qu'il ne laiffe pas cependant d'applanir & de polir leurs | petites fuperficies : en mefme façon que nous voyons quelquefois qu'il polift celle des ondes qu'il fait en la pouffiere d'vne campaigne. Aprés cete nuë, il en vint vne autre, qui ne produifoit que de petites rozes ou rouës a fix dens arondies en demis cercles, telles



qu'on les voit vers Q, & qui eftoient toutes tranfparentes & toutes plates, a peu prés de mefme efpaiffeur que les lames qui auoient precedé, & les mieux taillées & compaffées qu'il foit poffible d'imaginer. Mefme i'apperceu, au milieu de quelques vnes, vn point blanc fort petit, qu'on euft pû dire eftre la marque du pied du compas dont on s'eftoit ferui pour les arondir. Mais il me fut ayfé de iuger qu'elles s'eftoient formées de la mefme façon que ces lames, excepté que, le vent les ayant beaucoup moins preffées, & la chaleur ayant peuteftre auffy efté vn peu moindre, leurs pointes ne s'eftoient pas fonduës tout a fait, mais feulement vn peu racourcies & arondies par le bout

en forme de dens. Et pour le point blanc qui paroiſſoit au milieu de quelques vnes, ie ne doutois point qu'il ne procedaſt de ce que la chaleur, qui de blanches les auoit rendues tranſparentes, auoit eſté ſi mediocre, qu'elle n'auoit pas du tout penetré iuſques a leur centre. Il ſuiuit, aprés, pluſieurs autres telles rouës, iointes deux a deux par vn aiſſieu, ou plutoſt, a cauſe que du commencement ces aiſſieux eſtoient fort gros, on euſt pû dire que c'eſtoient autant de petites colomnes de criſtal, dont chaſque bout eſtoit orné d'vne roſe a ſix feuilles, vn peu plus large que leur baze. Mais il en tomba, par aprés, de plus deliés, & ſouuent les roſes ou eſtoiles qui eſtoient a leurs extremités eſtoient inesgales. Puis il en tomba auſſy de plus cours, & encore de plus cours par degrés, iuſques a ce qu'enfin ces eſtoiles ſe ioignirent tout a fait, & il en tomba de doubles a douze pointes ou rayons aſſés longs & parfaitement bien compaſſés, aux vnes tous eſgaux, & aux autres alternatiuement inesgaux, comme on les voit vers F & vers E. Et tout cecy me donna occaſion de conſiderer que les parcelles de glace, qui ſont de deux diuers plans ou feuilles poſées l'vne ſur l'autre dans les nuës, ſe peuuent attacher enſemble plus ayſement que celles d'vne meſme feuille. Car, bien que le vent, agiſſant d'ordinaire plus fort contre les plus baſſes de ces feuilles que contre les plus hautes, les face mouuoir vn peu plus viſte, ainſi qu'il a eſté tantoſt remarqué, neanmoins il peut auſſy quelquefois agir contre elles d'eſgale force, & les faire ondoyer de meſme façon : principalement lorſqu'il n'y en a que deux ou trois l'vne ſur l'autre, & lors, ſe

criblant par les enuirons des pelotons qui les compofent, il fait que ceux de ces pelotons | qui fe correfpondent en diuerfes feuilles, fe tienent toufiours comme immobiles vis a vis les vns des autres, nonobftant l'agitation & ondoyement de ces feuilles, a caufe que par ce moyen le paffage luy eft plus ayfé. Et cependant la chaleur, n'eftant pas moins empefchée, par la proximité des pelotons de deux diuerfes feuilles, de fondre ceux de leurs poils qui fe regardent, que par la proximité de ceux d'vne mefme, ne fond que les autres poils d'alentour, qui, fe meflans auffytoft parmi ceux qui demeurent, & s'y regelant, compofent les aiffieux ou colomnes qui ioignent ces petits pelotons, au mefme tems qu'ils fe changent en rozes ou en eftoiles. Et ie ne m'eftonnay point de la groffeur que i'auois remarquée au commencement en ces colomnes, encore que ie connuffe bien que la matiere des petits poils qui auoient efté autour de deux pelotons, n'auoit pû fuffire pour les compofer : car ie penfay qu'il y auoit eu peuteftre quatre ou cinq feuilles l'vne fur l'autre, & que la chaleur, ayant agi plus fort contre les deux ou trois du milieu, que contre la premiere & la derniere, a caufe qu'elles eftoient moins expofées au vent, auoit prefque entierement fondu les pelotons qui les compofoient, & en auoit formé ces colomnes. Ie ne m'eftonnay point, non plus, de voir fouuent deux eftoiles d'inefgale grandeur iointes enfemble; car, prenant garde que les rayons de la plus grande eftoient toufiours plus longs & plus pointus que ceux de l'autre, ie iugeois que la caufe en eftoit que la chaleur, ayant efté plus forte autour

de la plus petite que de l'autre, auoit dauantage fondu & émouſſé les pointes de ces rayons ; ou bien que cete plus petite pouuoit auſſy auoir | eſté compoſée d'vn peloton de glace plus petit. Enfin, ie ne m'eſtonnay point de ces eſtoiles doubles a douze rayons, qui tomberent aprés ; car ie iugay que chaſcune auoit eſté compoſée de deux ſimples a ſix rayons, par la chaleur qui, eſtant plus forte entre les deux feuilles où elles eſtoient qu'au dehors, auoit entierement fondu les petits filets de glace qui les conioignoient, & ainſy les auoit collées enſemble ; comme auſſy elle auoit accourcy ceux qui conioignoient les autres, que i'auois vû tomber immediatement auparauant. Or, entre pluſieurs miliers de ces petites eſtoiles que ie conſideray ce iour là, quoy que i'y priſſe garde expreſſement, ie n'en pû iamais remarquer aucune qui euſt plus ou moins de ſix rayons, excepté vn fort petit nombre de ces doubles qui en auoient douze, & quatre ou cinq autres qui en auoient huit. Et celles cy n'eſtoient pas exactement rondes, ainſy que toutes les autres, mais vn peu en ouale, & entierement telles qu'on les peut voir vers O ; d'où ie iugay qu'elles s'eſtoient formées en la conionction des extremités de deux feuilles, que le vent auoit pouſſées l'vne contre l'autre au meſme tems que la chaleur conuertiſſoit leurs petits pelotons en eſtoiles. Car elles auoient exactement la figure que cela doit cauſer, & cete conionction, ſe faiſant ſuiuant vne ligne toute droite, ne peut eſtre tant empeſchée par l'ondoyement que cauſent les vens, que celle des parcelles d'vne meſme feuille ; outre que la chaleur peut auſſy eſtre plus grande entre les bords de

ces feuilles, quand elles s'approchent l'vne de l'autre, qu'aux autres lieux; & cete chaleur ayant a demi fondu les parcelles de glace qui y sont, le froid qui luy succede, au mo|ment qu'elles commencent a se toucher, les peut aysement coller ensemble. Au reste, outre les estoiles dont i'ay parlé iusques icy, qui estoient transparentes, il en tomba vne infinité d'autres ce iour là, qui estoient toutes blanches comme du sucre, & dont quelques vnes auoient a peu prés mesme figure que les transparentes ; mais la plusspart auoient leurs rayons plus pointus & plus deliés, & souuent diuisés, tantost en trois branches, dont les deux des costés estoient repliées en dehors de part & d'autre, & celle du milieu demeuroit droite, en sorte qu'elles representoient vne fleur de lis, comme on peut voir vers R ; & tantost en plusieurs, qui representoient des plumes, ou des feuilles de fougere, ou choses semblables. Et il tomboit aussy, parmi ces estoiles, plusieurs autres parcelles de glace en forme de filets, & sans autre figure determinée. Dont toutes les causes sont aysées a entendre ; car, pour la blancheur de ces estoiles, elle ne procedoit que de ce que la chaleur n'auoit point penetré iusques au fonds de leur matiere, ainsi qu'il estoit manifeste de ce que toutes celles qui estoient fort minces estoient transparentes. Et si quelquefois les rayons des blanches n'estoient pas moins cours & mousses que ceux des transparentes, ce n'estoit pas qu'ils se fussent autant fondus a la chaleur, mais qu'ils auoient esté dauantage pressés par les vens ; & communement ils estoient plus longs & pointus, a cause qu'ils s'estoient moins fondus. Et lorsque ces

rayons eſtoient diuiſés en pluſieurs branches, c'eſtoit que la chaleur auoit abandonné les petits poils qui les compoſoient, ſitoſt qu'ils auoient commencé a s'approcher les vns des autres pour s'aſſembler. Et lors qu'ils | eſtoient ſeulement diuiſés en trois branches, c'eſtoit qu'elle les auoit abandonnés vn peu plus tard; & les deux branches des coſtés ſe replioient de part & d'autre en dehors lorſque cete chaleur ſe retiroit, a cauſe que la proximité de la branche du milieu les rendoit incontinent plus froides & moins flexibles de ſon coſté, ce qui formoit chaſque rayon en fleur de lis. Et les parcelles de glace qui n'auoient aucune figure determinée m'aſſuroient que toutes les nuës n'eſtoient pas compoſées de petits nœus ou pelotons, mais qu'il y en auoit auſſy qui n'eſtoient faites que de filets confuſement entremeſlés. Pour la cauſe qui faiſoit deſcendre ces eſtoiles, la violence du vent qui continua tout ce iour là me la rendoit fort manifeſte; car ie iugeois qu'il pouuoit ayſement les deſarrenger & rompre les feuilles qu'elles compoſoient, aprés les auoir faites; & que, ſitoſt qu'elles eſtoient ainſi deſarrengées, penchant quelqu'vn de leurs coſtés vers la terre, elles pouuoient facilement fendre l'air, a cauſe qu'elles eſtoient toutes plates, & ſe trouuoient aſſés peſantes pour deſcendre. Mais, s'il tombe quelquefois de ces eſtoiles en tems calme, c'eſt que l'air de deſſous, en ſe reſerrant, attire a ſoy toute la nuë, ou que celuy de deſſus, en ſe dilatant, la pouſſe en bas, & par meſme moyen les deſarrenge : d'où vient que pour lors elles ont couſtume d'eſtre ſuiuies de plus de neige, ce qui n'arriua point ce iour là. Le matin ſuiuant, il

tomba des floccons de neige, qui sembloient estre composés d'vn nombre infini de fort petites estoiles iointes ensemble; toutesfois, en y regardant de plus prés, ie trouuay que celles du dedans n'estoient pas si regulierement formées que celles du des|sus, & qu'elles pouuoient aysement proceder de la dissolution d'vne nuë semblable a celle qui a esté cy-dessus marquée G[a]. Puis, cete neige ayant cessé, vn vent subit en forme d'orage fit tomber vn peu de gresle blanche, fort longue & menuë, dont chasque grain auoit la figure d'vn pain de sucre; & l'air deuenant clair & serein tout aussy tost, ie iugay que cete gresle s'estoit formée de la plus haute partie des nuës, dont la neige estoit fort subtile & composée de filets fort deliés, en la façon que i'ay tantost descrite. Enfin, a trois iours de là, voyant tomber de la neige toute composée de petits nœuds ou pelotons enuironnés d'vn grand nombre de poils entremeslés & qui n'auoient aucune forme d'estoiles, ie me confirmay en la creance de tout ce que i'auois imaginé touchant cete matiere.

Pour les nuës qui ne sont composées que de gouttes d'eau, il est aysé a entendre, de ce que i'ay dit, comment elles descendent en pluie : a sçauoir, ou par leur propre pesanteur, lorsque leurs gouttes se trouuent assés grosses ; ou parce que l'air qui est dessous, en se retirant, ou celuy qui est dessus, en les pressant, leur donnent occasion de s'abaisser; ou parce que plusieurs de ces causes concourent ensemble. Et c'est quand l'air du dessous se retire, que se fait la pluie la plus menuë qui puisse estre ; car mesme elle est alors quelquefois si

a. « Voyés en la figure de la page 214. » (Fig. p. 290 ci-avant.)

menuë, qu'on ne dit pas que ce ſoit de la pluie, mais plutoſt vn brouillar qui deſcend; comme, au contraire, elle ſe fait fort groſſe, quand la nuë ne s'abaiſſe qu'a cauſe qu'elle eſt preſſée par l'air du deſſus; car les plus hautes de ſes gouttes, deſcendant les premieres, en rencontrent d'autres qui les | groſſiſſent. Et de plus, i'ay vû quelquefois en eſté, pendant vn tems calme accompagné d'vne chaleur peſante & eſtoufante, qu'il commençoit a tomber de telle pluie, auant meſme qu'il euſt paru aucune nuë; dont la cauſe eſtoit qu'y ayant en l'air beaucoup de vapeurs, qui ſans doute eſtoient preſſées par les vens des autres lieux, ainſi que le calme & la peſanteur de l'air le teſmoignoient, les gouttes en quoy ces vapeurs ſe conuertiſſoient deuenoient fort groſſes en tombant, & tomboient a meſure qu'elles ſe formoient.

Pour les brouillars, lorſque la terre en ſe refroidiſſant, & l'air qui eſt dans ſes pores ſe reſerrant, leur donne moyen de s'abaiſſer, ils ſe conuertiſſent en rozée, s'ils ſont compoſés de gouttes d'eau, & en bruine ou gelée blanche, s'ils ſont compoſés de vapeurs deſia gelées, ou plutoſt qui ſe gelent a meſure qu'elles touchent la terre. Et cecy arriue principalement la nuit ou le matin, a cauſe que c'eſt le tems que la terre, en s'eſloignant du ſoleil, ſe refroidiſt. Mais le vent abat auſſy fort ſouuent les brouillas, en ſuruenant aux lieux où ils ſont; & meſme il peut tranſporter leur matiere, & en faire de la rozée ou de la gelée blanche, en ceux où ils n'ont point eſté aperceus; & on voit alors que cete gelée ne s'attache aux plantes que ſur les coſtés que le vent touche.

Pour le ferein, qui ne tombe iamais que le foir, & ne fe connoift que par les reumes & les maux de tefte qu'il caufe en quelques contrées, il ne confifte qu'en certaines exhalaifons fubtiles & penetrantes, qui, eftant plus fixes que les vapeurs, ne s'efleuent qu'aux païs affés chauds & aux beaux iours, & qui retombent tout auffy toft que|la chaleur du foleil les abandonne; d'où vient qu'il a diuerfes qualités en diuers païs, & qu'il eft mefme inconnu en plufieurs, felon les differences des terres d'où fortent ces exhalaifons. Et ie ne dis pas qu'il ne foit fouuent accompagné de la rozée, qui commence a tomber dés le foir, mais bien que ce n'eft nullement elle qui caufe les maux dont on l'accufe. Ce font auffy des exhalaifons qui compofent la manne, & les autres tels fucs, qui defcendent de l'air pendant la nuit; car, pour les vapeurs, elles ne fçauroient fe changer en autre chofe qu'en eau ou en glace. Et ces fucs non feulement font diuers en diuers païs, mais auffy quelques vns ne s'attachent qu'a certains cors, a caufe que leurs parties font fans doute de telle figure, qu'elles n'ont pas affés de prife contre les autres pour s'y arefter.

Que fi la rozée ne tombe point, & qu'on voye au matin les brouillas s'efleuer en haut & laiffer la terre toute effuiée, c'eft figne de pluie; car cela n'arriue gueres que lorfque la terre, ne s'eftant point affés refroidie la nuit, ou eftant extraordinairement efchauffée le matin, produift quantité de vapeurs, qui, repouffant ces brouillas vers le ciel, font que leurs gouttes, en fe rencontrant, fe groffiffent & fe difpofent a tomber en pluie bientoft aprés. C'eft auffy vn figne

de pluie de voir que, noftre air eftant fort chargé de nuës, le foleil ne laiffe pas de paroiftre affés clair dés le matin ; car c'eft a dire qu'il n'y a point d'autres nuës en l'air voyfin du noftre vers l'Orient, qui empefchent que la chaleur du foleil ne condenfe celles qui font au deffus de nous, & mefme auffy qu'elle n'efleue de nouuelles vapeurs de noftre | terre qui les augmentent. Mais, cete caufe n'ayant lieu que le matin, s'il ne pleut point auant midy, elle ne peut rien faire iuger de ce qui arriuera vers le foir. Ie ne diray rien de plufieurs autres fignes de pluie qu'on obferue, a caufe qu'ils font pour la plufpart fort incertains ; & fi vous confiderés que la mefme chaleur qui eft ordinairement requife pour condenfer les nuës & en tirer de la pluie, les peut auffy tout au contraire dilater & changer en vapeurs, qui quelquefois fe perdent en l'air infenfiblement, & quelquefois y caufent des vens, felon que les parties de ces nuës fe trouuent vn peu plus preffées ou efcartées, & que cete chaleur eft vn peu plus ou moins accompagnée d'humidité, & que l'air qui eft aux enuirons fe dilate plus ou moins, ou fe condenfe, vous connoiftrés bien que toutes ces chofes font trop variables & incertaines, pour eftre affeurement preueuës par les hommes.

DES TEMPESTES, DE LA FOVDRE, ET DE TOVS LES AVTRES FEVX QVI S'ALLVMENT EN L'AIR.

Diſcours Septieſme.

Au reſte, ce n'eſt pas ſeulement quand les nuës ſe diſſoluent en vapeurs, qu'elles cauſent des vens, mais elles peuuent auſſy quelquefois s'abaiſſer ſi a coup, qu'elles chaſſent auec grande violence tout l'air qui eſt ſous|elles, & en compoſent vn vent tres fort, mais peu durable, dont l'imitation ſe peut voir en eſtendant vn voile vn peu haut en l'air, puis de là le laiſſant deſcendre tout plat vers la terre. Les fortes pluies ſont preſque touſiours precedées par vn tel vent, qui agiſt manifeſtement de haut en bas, & dont la froideur monſtre aſſés qu'il vient des nuës, où l'air eſt communement plus froid qu'autour de nous. Et c'eſt ce vent qui eſt cauſe que, lorſque les hirondelles volent fort bas, elles nous auertiſſent de la pluie; car il fait deſcendre certains mouſcherons dont elles viuent, qui ont couſtume de prendre l'eſſort, & de s'eſgayer au haut de l'air, quand il fait beau. C'eſt luy auſſy qui quelquefois, lors meſme que, la nuë eſtant fort petite ou ne s'abaiſſant que fort peu, il eſt ſi foible qu'on ne le ſent quaſi pas en l'air libre, s'entonnant dans les tuyaus des cheminées, fait iouer les cendres & les feſtus qui ſe trouuent au coin du feu, & y excite

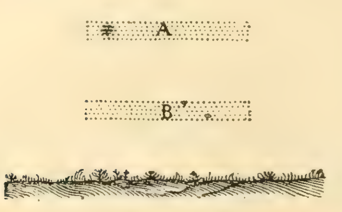
comme de petits tourbillons assés admirables pour ceux qui en ignorent la cause, & qui sont ordinairement suiuis de quelque pluie. Mais, si la nue qui descend est fort pesante & fort estenduë (comme elle peut estre plus aysement sur les grandes mers qu'aux autres lieux, a cause que, les vapeurs y estant fort esgalement dispersées, si tost qu'il s'y forme la moindre nuë en quelque endroit, elle s'estend incontinent en tous les autres circonuoysins), cela cause infalliblement vne tempeste ; laquelle est d'autant plus forte, que la nuë est plus grande & plus pesante ; & dure d'autant plus longtems, que la nuë descend de plus haut. Et c'est ainsi que ie m'imagine que se font ces trauades, que les mariniers craignent tant | en leurs grans voyasges, particulierement vn peu au delà du cap de Bonne Esperance, où les vapeurs qui s'esleuent de la mer Ethiopique, qui est fort large & fort eschauffée par le soleil, peuuent aysement causer vn vent d'abas, qui, arestant le cours naturel de celles qui vienent de la mer des Indes, les assemble en vne nue, laquelle, procedant de l'inesgalité qui est entre ces deux grandes mers & cete terre, doit deuenir incontinent beaucoup plus grande que celles qui se forment en ces quartiers, où elles dependent de plusieurs moindres inesgalités, qui sont entre nos pleines & nos lacs & nos montaignes. Et pource qu'il ne se voit quasi iamais d'autres nues en ces lieux là, si tost que les mariniers y en apperçoiuent quelqu'vne qui commence a se former, bien qu'elle paroisse quelquefois si petite que les Flamens l'ont comparée a l'œil d'vn beuf, duquel ils luy ont donné le nom, & que le

reste de l'air semble fort calme & fort serein, ils se hastent d'abatre leurs voiles, & se preparent a receuoir vne tempeste, qui ne manque pas de suiure tout aussy tost. Et mesme ie iuge qu'elle doit estre d'autant plus grande, que cete nue a paru au commencement plus petite ; car, ne pouuant deuenir assés espaisse pour obscurcir l'air & estre visible, sans deuenir aussy assés grande, elle ne peut paroistre ainsi petite qu'a cause de son extreme distance ; & vous sçaués que, plus vn cors pesant descend de haut, plus sa cheute est impetueuse. Ainsi cete nue, estant fort haute, & deuenant subitement fort grande & fort pesante, descend toute entiere, en chassant auec grande violence tout l'air qui est sous elle, & causant par ce moyen le vent d'vne tempeste. Mesme il est a remarquer que | les vapeurs meslées parmi cet air sont dilatées par son agitation, & qu'il en sort aussy pour lors plusieurs autres de la mer, a cause de l'agitation de ses vagues, ce qui augmente beaucoup la force du vent, &, retardant la descente de la nue, fait durer l'orage d'autant plus longtems. Puis aussy, qu'il y a d'ordinaire des exhalaisons meslées parmi ces vapeurs, qui ne pouuant estre chassées si loin qu'elles par la nuë, a cause que leurs parties sont moins solides & ont des figures plus irregulieres, en sont separées par l'agitation de l'air, en mesme façon que, comme il a esté dit cy dessus, en battant la creme on separe le beurre du petit lait ; & que, par ce moyen, elles s'assemblent par cy par là en diuers tas, qui, flotans tousiours le plus haut qu'il se peut contre la nue, vienent enfin s'attacher aux chordes & aux mats des nauires, lors qu'elle

acheue de defcendre. Et là, eftant embrafés par cete violente agitation, ils compofent ces feux nommés de Saint Helme, qui confolent les matelots, & leur font efperer le beau tems. Il eft vray que fouuent ces tempeftes font en leur plus grande force vers la fin, & qu'il peut y auoir plufieurs nues l'vne fur l'autre, fous chafcune defquelles il fe trouue de tels feux; ce qui a peuteftre efté la caufe pourquoy, les anciens n'en voyant qu'vn, qu'ils nommoient l'aftre d'Helene, ils l'eftimoient de mauuais augure, comme s'ils euffent encore attendu alors le plus fort de la tempefte; au lieu que, lorfqu'ils en voyoient deux, qu'ils nommoient Caftor & Pollux, ils les prenoient pour vn bon prefage; car c'eftoit ordinairement le plus qu'ils en viffent, excepté peuteftre lorfque l'orage eftoit extrordinairement grand, qu'ils en voyoient trois, & les eftimoient auffy, a caufe de cela, de mauuais augure. Toutefois, i'ay ouy dire a nos mariniers qu'ils en voyent quelquefois iufques au nombre de quatre ou de cinq, peuteftre a caufe que leurs vaiffeaux font plus grans, & ont plus de mats que ceux des anciens, ou qu'ils voyafgent en des lieux où les exhalaifons font plus frequentes. Car enfin ie ne puis rien dire que par coniecture de ce qui fe fait dans les grandes mers, que ie n'ay iamais veues & dont ie n'ay que des relations fort imparfaites.

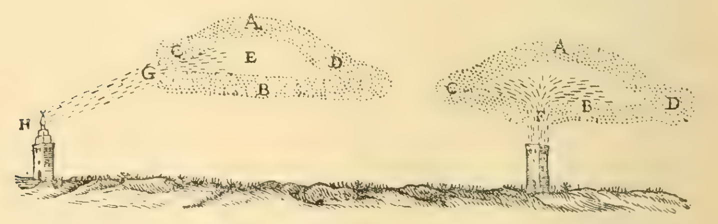
Mais pour les orages qui font accompaignés de tonnerre, d'efclairs, de tourbillons & de foudre, defquels i'ay pû voir quelques exemples fur terre, ie ne doute point qu'ils ne foient caufés de ce qu'y ayant plufieurs nues l'vne fur l'autre, il arriue quelquefois

que les plus hautes defcendent fort a coup fur les plus baffes. Comme, fi, les deux nues A & B n'eftant compofées que de neige fort rare & fort eftendue, il fe trouue vn air plus chaud autour de la fuperieure A, qu'autour de l'inferieure B, il eft euident que la chaleur de cet air la peut condenfer & appefantir peu a peu, en telle forte que les plus hautes de fes parties, commençant les premieres a defcendre, en abbatront ou entraifneront auec foy quantité d'autres, qui tomberont auffy toft toutes enfemble auec vn grand bruit fur l'inferieure. En mefme | façon que ie me fouuien d'auoir vû autrefois dans les Alpes, enuiron le mois de May, que les neiges eftant efchauffées & appefanties par le foleil, la moindre efmotion d'air eftoit fuffifante pour en faire tomber fubitement de gros tas, qu'on nommoit, ce me femble, des aualanches, & qui, retentiffant dans les valées, imitoient affés bien le bruit du tonnerre. En fuite de quoy, on peut entendre pourquoy il tonne plus rarement en ces quartiers l'hyuer que l'efté ; car il ne paruient pas alors fi ayfement affés de chaleur iufques aux plus hautes nues, pour les diffoudre. Et pourquoy, lorfque pendant les grandes chaleurs, aprés vn vent Septentrional qui dure fort peu, on fent derechef vne chaleur moite & eftouffante, c'eft figne qu'il fuiura bientoft du tonnerre : car cela tefmoigne que ce vent Septentrional, ayant paffé contre la terre, en a chaffé la chaleur vers



l'endroit de l'air où se forment les plus hautes nues, & qu'en estant, aprés, chassé luy mesme, vers celuy où se forment les plus basses, par la dilatation de l'air inferieur que causent les vapeurs chaudes qu'il contient, non seulement les plus hautes en se condensant doiuent descendre, mais aussy les plus basses, demeurant fort rares, & mesme estant comme sousleuées & repoussées par cete dilatation de l'air inferieur, leur doiuent resister en telle sorte, que souuent elles peuuent empescher qu'il n'en tombe aucune partie iusques a terre. Et notés que le bruit, qui se fait ainsi au dessus de nous, se doit mieux entendre, a cause de la resonnance de l'air, & estre plus grand, a raison de la neige qui tombe, que n'est celuy des aualanches. Puis notés aussy que, de cela seul que les parties des nues superieures | tombent toutes ensemble, ou l'vne aprés l'autre, ou plus viste, ou plus lentement, & que les inferieures sont plus ou moins grandes & espaisses, & resistent plus ou moins fort, tous les differens bruits du tonnerre peuuent aysement estre causés. Pour les differences des esclairs, des tourbillons & de la foudre, elles ne dependent que de la nature des exhalaisons qui se trouuent en l'espace qui est entre deux nuës, & de la façon que la superieure tombe sur l'autre. Car, s'il a precedé de grandes chaleurs & seicheresses, en sorte que cet espace contiene quantité d'exhalaisons fort subtiles & fort disposées à s'enflamer, la nuë superieure ne peut quasi estre si petite, ny descendre si lentement que, chassant l'air qui est entre elle & l'inferieure, elle n'en face sortir vn esclair, c'est a dire vne flame legere qui se dissipe a

l'heure mesme. En sorte qu'on peut voir alors de tels esclairs sans ouïr aucunement le bruit du tonnerre; & mesme aussy, quelquefois, sans que les nues soient assés espaisses pour estre visibles. Comme, au contraire, s'il n'y a point en l'air d'exhalaisons qui soient propres a s'enflamer, on peut ouïr le bruit du tonnerre sans qu'il paroisse, pour cela, aucun esclair. Et lorsque la plus haute nuë ne tombe que par pieces qui s'entresuiuent, elle ne cause gueres que des esclairs & du tonnerre; mais lorsqu'elle tombe toute entiere & assés viste, elle peut causer, auec cela, des tourbillons & de la foudre. Car il faut remarquer que ses extremités, comme C & D, se doiuent abaisser vn peu plus viste que le milieu, d'autant que l'air qui est dessous, ayant moins de chemin a faire pour en sortir, leur cede plus aysement, & ainsi que, venant a toucher la nue inferieure plutost que|ne fait le milieu, il s'en-



ferme beaucoup d'air entre deux, comme on voit icy vers E ; puis, cet air estant pressé & chassé auec grande force par ce milieu de la nue superieure qui continue encore a descendre, il doit necessairement rompre l'inferieure pour en sortir, comme on voit vers F; ou entrouurir quelqu'vne de ses extremités, comme on voit vers G. Et lorsqu'il a rompu ainsi cete nue, il

defcend auec grande force vers la terre, puis, de là, remonte en tournoyant, a caufe qu'il trouue de la refiftence de tous coftés, qui l'empefche de continuer fon mouuement en ligne droite auffy vifte que fon agitation le requert. Et ainfi il compofe vn tourbillon, qui peut n'eftre point accompaigné de foudre ny d'efclairs, s'il n'y a point en cet air d'exhalaifons qui foient propres a s'enflamer; mais, lorfqu'il y en a, elles s'affemblent toutes en vn tas, & eftant chaffées fort impetueufement auec cet air vers la terre, elles compofent la foudre. Et cete foudre peut brufler les habits & razer le poil fans nuire au cors, fi ces exhalaifons, qui ont ordinaire|ment l'odeur du fouffre, ne font que graffes & huileufes, en forte qu'elles compofent vne flame legere qui ne s'attache qu'aux cors ayfés a brufler. Comme, au contraire, elle peut rompre les os fans endommager les chairs, ou fondre l'efpée fans gafter le fourreau, fi ces exhalaifons, eftant fort fubtiles & penetrantes, ne participent que de la nature des fels volatiles ou des eaux fortes, au moyen de quoy, ne faifant aucun effort contre les cors qui leur cedent, elles brifent & diffoluent tous ceux qui leur font beaucoup de refiftence : ainfi qu'on voit l'eau forte diffoudre les metaux les plus durs, & n'agir point contre la cire. Enfin, la foudre fe peut quelquefois conuertir en vne pierre fort dure, qui romp & fracaffe tout ce qu'elle rencontre, fi, parmi ces exhalaifons fort penetrantes, il y en a quantité de ces autres qui font graffes & enfouffrées : principalement s'il y en a auffy de plus groffieres, femblables a cete terre qu'on trouue au fonds de l'eau de pluie, lorfqu'on la

laiſſe raſſeoir en quelque vaze : ainſi qu'on peut voir, par experience, qu'ayant meſlé certaines portions de cete terre, de ſalpetre & de ſouffre, ſi on met le feu en cete compoſition, il s'en forme ſubitement vne pierre. Que ſi la nuë s'ouure par le coſté, comme vers G, la foudre, eſtant eſlancée de trauers, rencontre plutoſt les pointes des tours ou des rochers que les lieux bas, comme on voit vers H. Mais, lors meſme que la nue ſe romp par le deſſous, il y a raiſon pourquoy la foudre tombe plutoſt ſur les lieux hauts & eminens que ſur les autres : car, ſi, par exemple, la nue B n'eſt point d'ailleurs plus diſpoſée a ſe rompre en vn endroit qu'en vn autre, il eſt certain qu'elle ſe deura rompre |en celuy qui eſt marqué F, a cauſe de la reſiſtence du clocher qui eſt au deſſous. Il y a auſſy raiſon pourquoy chaſque coup de tonnerre eſt d'ordinaire ſuiui d'vne ondée de pluie, & pourquoy, lorſque cete pluie vient fort abondante, il ne tonne gueres plus dauantage : car, ſi la force, dont la nue ſuperieure esbranſle l'inferieure en tombant deſſus, eſt aſſés grande pour la faire toute deſcendre, il eſt euident que le tonnerre doit ceſſer ; & ſi elle eſt moindre, elle ne laiſſe pas d'en pouuoir ſouuent faire ſortir pluſieurs floccons de neige, qui, ſe fondant en l'air, font de la pluie. Enfin, ce n'eſt pas ſans raiſon qu'on tient que le grand bruit, comme des cloches ou des canons, peut diminuer l'effect de la foudre ; car il ayde a diſſiper & faire tomber la nue inferieure, en esbranſlant la neige dont elle eſt compoſée. Ainſi que ſçauent aſſés ceux qui ont couſtume de voyaſger dans les valées où les aualanches ſont a craindre ; car ils s'abſtienent meſme de

parler & de touffer en y paffant, de peur que le bruit de leur voix n'efmeuue la neige.

| Mais, comme nous auons defia remarqué, qu'il efclaire quelquefois fans qu'il tonne, ainfi, aux endroits de l'air où il fe rencontre beaucoup d'exhalaifons & peu de vapeurs, il fe peut former des nues fi peu efpaiffes & fi legeres que, tombant d'affés haut l'vne fur l'autre, elles ne font ouir aucun tonnerre, ny n'excitent en l'air aucun orage, nonobftant qu'elles enueloppent & ioignent enfemble plufieurs exhalaifons, dont elles compofent non feulement de ces moindres flames qu'on diroit eftre des eftoiles qui tombent du ciel, ou d'autres qui le trauerfent, mais auffy des boules de feu affés groffes, & qui, paruenant iufques a nous, font comme des diminutifs de la foudre. Mefme, d'autant qu'il y a des exhalaifons de plufieurs diuerfes natures, ie ne iuge pas qu'il foit impoffible que les nues, en les preffant, n'en compofent quelquefois vne matiere qui, felon la couleur & la confiftence qu'elle aura, femble du lait, ou du fang, ou de la chair; ou bien qui, en fe bruflant, deuiene telle qu'on la prene pour du fer, ou des pierres; ou enfin, qui, en fe corrompant, engendre quelques petits animaux en peu de tems: ainfi qu'on lift fouuent, entre les prodiges, qu'il a plû du fer, ou du fang, ou des fauterelles, ou chofes femblables. De plus, fans qu'il y ait en l'air aucune nue, les exhalaifons peuuent eftre entaffées & embrafées par le feul fouffle des vens, principalement lorfqu'il y en a deux ou plufieurs contraires qui fe rencontrent. Et enfin, fans vens & fans nues, par cela feul qu'vne exhalaifon

ſubtile & penetrante, qui tient de la nature des ſels, s'inſinue dans les pores d'vne autre, qui eſt graſſe & enſouffrée, il ſe peut former des flames legeres tant au haut qu'au bas de l'air : | comme on y voit au haut ces eſtoiles qui le trauerſent, & au bas, tant ces ardans ou feux folets qui s'y iouent, que ces autres qui s'areſtent a certains cors, comme aux cheueux des enfans, ou au crin des cheuaux, ou aux pointes des picques qu'on a frotées d'huile pour les nettoyer, ou a choſes ſemblables. Car il eſt certain que non ſeulement vne violente agitation, mais ſouuent auſſy le ſeul meſlange de deux diuers cors eſt ſuffiſant pour les embraſer : comme on voit en verſant de l'eau ſur de la chaux, ou renfermant du foin auant qu'il ſoit ſec, ou en vne infinité d'autres exemples qui ſe rencontrent tous les iours en la Chymie. Mais tous ces feux ont fort peu de force a comparaiſon de la foudre ; dont la raiſon eſt qu'ils ne ſont compoſés que des plus molles & plus gluantes parties des huiles, nonobſtant que les plus viues & plus penetrantes des ſels concourent ordinairement auſſy a les produire. Car celles cy ne s'areſtent pas pour cela parmi les autres, mais s'eſcartent promptement en l'air libre, aprés qu'elles les ont embraſées ; au lieu que la foudre eſt principalement compoſée de ces plus viues & penetrantes, qui, eſtant fort violemment preſſées & chaſſées par les nuës, emportent les autres auec ſoy iuſqu'a terre. Et ceux qui ſçauent combien le feu du ſalpetre & du ſouffre meſlés enſemble a de force & de viteſſe, au lieu que la partie graſſe du ſouffre, eſtant ſeparée de ſes eſprits, en auroit fort peu, ne trouueront en cecy

rien de douteux. Pour la durée des feux qui s'areſtent ou voltigent autour de nous, elle peut eſtre plus ou moins longue, ſelon que leur flame eſt plus ou moins lente, & leur matiere plus ou moins eſpaiſſe & ſerrée. | Mais pour celle des feux qui ne ſe voyent qu'au haut de l'air, elle ne ſçauroit eſtre que fort courte, a cauſe que, ſi leur matiere n'eſtoit fort rare, leur peſanteur les feroit deſcendre. Et ie trouue que les Philoſophes ont eu raiſon de les comparer a cete flame qu'on voit courir tout du long de la fumée qui ſort d'vn flambeau qu'on vient d'eſteindre, lorſqu'eſtant approchée d'vn autre flambeau, elle s'allume. Mais ie m'eſtonne fort qu'aprés cela, ils ayent pû s'imaginer que les Cometes & les colomnes ou cheurons de feu, qu'on voit quelquefois dans le ciel, fuſſent compoſées d'exhalaiſons ; car elles durent incomparablement plus longtems.

Et pourceque i'ay taſché d'expliquer curieuſement leur production & leur nature dans vn autre traité, & que ie ne croy point qu'elles appartienent aux meteores, non plus que les tremblemens de terre & les mineraux, que pluſieurs eſcriuains y entaſſent, ie ne parleray plus icy que de certaines lumieres, qui, paroiſſant la nuit pendant vn tems calme & ſerein, donnent ſuiet aux peuples oyſifs d'imaginer des eſquadrons de fantoſmes qui combattent en l'air, & auſquels ils font preſager la perte ou la victoire du parti qu'ils affectionnent, ſelon que la crainte ou l'eſperance predomine en leur fantaiſie. Meſme, a cauſe que ie n'ay iamais vû de tels ſpectacles, & que ie ſçay combien les relations qu'on en fait ont couſtume d'eſtre

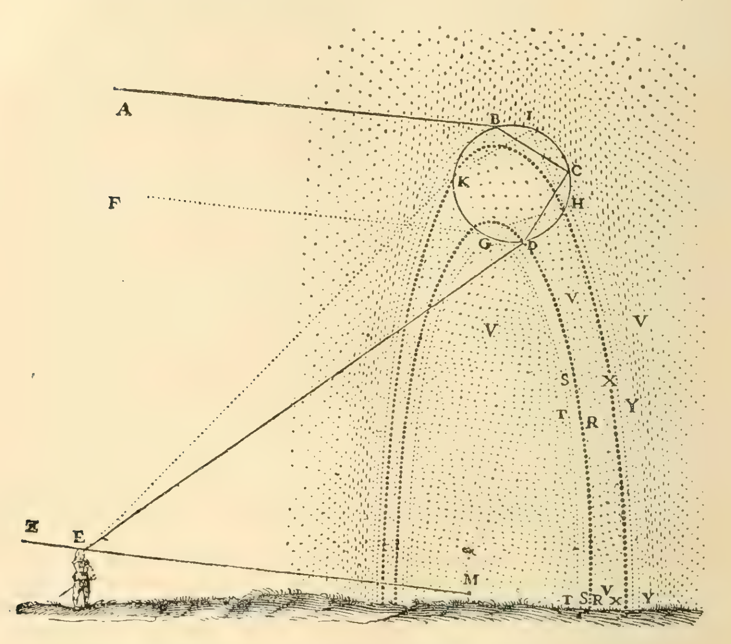
falsifiées & augmentées par la fuperftition & l'ignorance, ie me contenteray de toucher en peu de mots toutes les caufes qui me femblent capables de les produire. La premiere eft qu'il y ait en l'air plufieurs nues, affés petites pour eftre prifes pour autant de fol|dats, & qui, tombant l'vne fur l'autre, enueloppent affés d'exhalaifons pour caufer quantité de petis efclairs, & ietter de petits feux, & peuteftre auffy faire ouïr de petits bruits, au moyen de quoy ces foldats femblent combatre. La feconde, qu'il y ait auffy en l'air de telles nuës, mais qu'au lieu de tomber l'vne fur l'autre, elles reçoiuent leur lumiere des feux & des efclairs de quelque grande tempefte, qui fe face ailleurs fi loin de là, qu'elle n'y puiffe eftre apperceue. Et la troifiefme, que ces nuës, ou quelques autres plus feptentrionales, de qui elles reçoiuent leur lumiere, foient fi hautes que les rayons du foleil paruienent iufques a elles; car, fi on prend garde aux refractions & reflexions que deux ou trois telles nuës peuuent caufer, on trouuera qu'elles n'ont point befoin d'eftre fort hautes, pour faire paroiftre vers le Septentrion de telles lumieres, aprés que l'heure du crepufcule eft paffée, & quelquefois auffy le foleil mefme, au tems qu'il doit eftre couché. Mais cecy ne femble pas tant appartenir a ce difcours qu'aux fuiuans, où i'ay deffein de parler de toutes les chofes qu'on peut voir dans l'air fans qu'elles y foient, aprés auoir icy acheué l'explication de toutes celles qui s'y voyent en mefme façon qu'elles y font.

DE L'ARC-EN-CIEL.

Diſcours Huitieſme.

L'Arc-en-ciel eſt vne merueille de la nature ſi remarquable, & ſa cauſe a eſté de tout tems ſi curieuſement recherchée par les bons eſprits, & ſi peu connuë, que ie ne ſçaurois choiſir de matiere plus propre a faire voir comment, par la methode dont ie me ſers, on peut venir a des connoiſſances que ceux dont nous auons les eſcrits n'ont point euës. Premierement, ayant conſideré que cet arc ne peut pas ſeulement paroiſtre dans le ciel, mais auſſy en l'air proche de nous, toutes fois & quantes qu'il s'y trouue pluſieurs gouttes d'eau eſclairées par le ſoleil, ainſi que l'experience fait voir en quelques fontaines, il m'a eſté ayſé de iuger qu'il ne procede que de la façon que les rayons de la lumiere agiſſent contre ces gouttes, & de là tendent vers nos yeux. Puis, ſçachant que ces gouttes ſont rondes, ainſi qu'il a eſté prouué cy deſſus, & voyant que, pour eſtre plus groſſes ou plus petites, elles ne font point paroiſtre cet arc d'autre façon, ie me ſuis auiſé d'en faire vne fort groſſe, affin de la pouuoir mieux examiner. Et ayant rempli d'eau, a cet effect, vne grande fiole de verre toute ronde & fort tranſparente, i'ay trouué que, le ſoleil venant, par exemple, de la partie du ciel marquée AFZ, & mon œil eſtant au point E, lorſque ie mettois

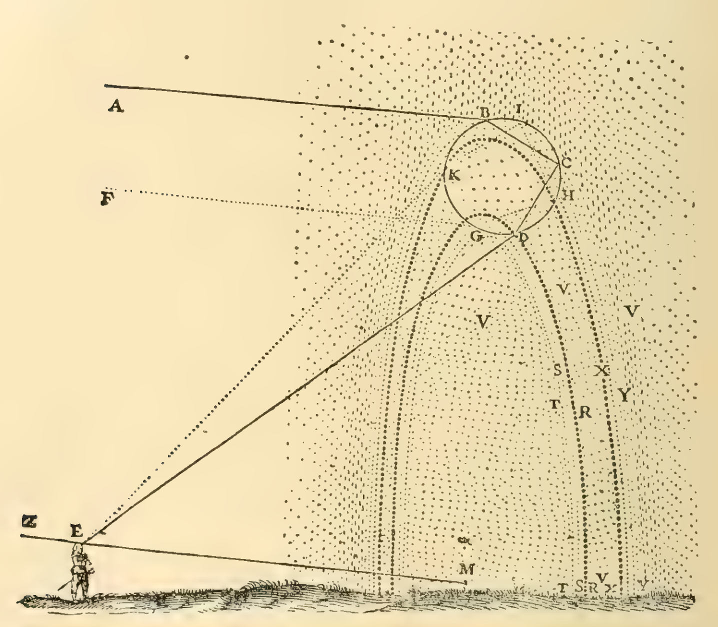
cete boule en l'endroit BCD, sa partie D me paroissoit toute rouge & incomparablement plus esclatante que le reste ; & que, soit que | ie l'approchasse, soit que ie la reculasse, & que ie la misse a droit ou a gauche, ou mesme la fisse tourner en rond autour de ma teste,



pouruû que la ligne DE fist tousiours vn angle d'enuiron 42 degrés auec la ligne EM, qu'il faut imaginer tendre du centre de l'œil vers celuy du soleil, cete partie D paroissoit tousiours esgalement rouge ; mais que, sitost que ie faisois cet angle DEM tant soit peu plus grand, cete rougeur disparoissoit ; & que, si ie le faisois vn peu moindre, elle ne disparoissoit pas

du|tout ſi a coup, mais ſe diuiſoit auparauant comme en deux parties moins brillantes, & dans leſquelles on voyoit du iaune, du bleu, & d'autres couleurs. Puis, regardant auſſy vers l'endroit de cete boule qui eſt marqué K, i'ay apperceu que, faiſant l'angle KEM d'enuiron 52 degrés, cete partie K paroiſſoit auſſy de couleur rouge, mais non pas ſi eſclatante que D; & que, le faiſant quelque peu plus grand, il y paroiſſoit d'autres couleurs plus foibles; mais que, le faiſant tant ſoit peu moindre, ou beaucoup plus grand, il n'y en paroiſſoit plus aucune. D'où i'ay connû manifeſtement que, tout l'air qui eſt vers M eſtant rempli de telles boules, ou en leur place de gouttes d'eau, il doit paroiſtre vn point fort rouge & fort eſclatant en chaſcune de celles de ces gouttes dont les lignes tirées vers l'œil E font vn angle d'enuiron 42 degrés auec EM, comme ie ſuppoſe celles qui ſont marquées R; & que ces poins, eſtans regardés tous enſemble, ſans qu'on remarque autrement le lieu où ils ſont que par l'angle ſous lequel ils ſe voyent, doiuent paroiſtre comme vn cercle continu de couleur rouge; & qu'il doit y auoir tout de meſme des poins en celles qui ſont marquées S & T, dont les lignes tirées vers E font des angles vn peu plus aygus auec EM, qui compoſent des cercles de couleurs plus foibles, & que c'eſt en cecy que conſiſte le premier & principal arc-en-ciel; puis, derechef, que, l'angle MEX eſtant de 52 degrés, il doit paroiſtre vn cercle rouge dans les gouttes marquées X, & d'autres cercles de couleurs plus foibles dans les gouttes marquées Y, & que c'eſt en cecy que conſiſte le ſecond & moins | principal

arc-en-ciel ; & enfin, qu'en toutes les autres gouttes marquées V, il ne doit paroiſtre aucunes couleurs. Examinant, aprés cela, plus particulierement en la boule BCD ce qui faiſoit que la partie D paroiſſoit rouge, i'ay trouué que c'eſtoient les rayons du ſoleil

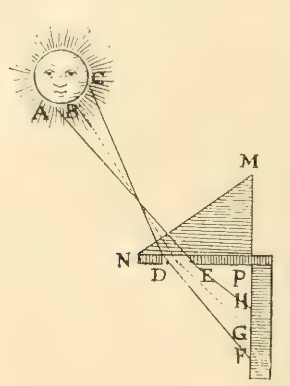


qui, venans d'A vers B, ſe courboient en entrant dans l'eau au point B, & alloient vers C, d'où ils ſe refleſchiſſoient vers D, & là ſe courbans derechef en ſortant de l'eau, tendoient vers E : car, ſitoſt que ie mettois vn cors opaque | ou obſcur en quelque endroit des lignes AB, BC, CD ou DE, cete couleur rouge diſparoiſſoit. Et quoy que ie couuriſſe toute la boule,

excepté les deux poins B & D, & que ie misse des cors obscurs partout ailleurs, pouruû que rien n'empeschast l'action des rayons ABCDE, elle ne laissoit pas de paroistre. Puis, cherchant aussy ce qui estoit cause du rouge qui paroissoit vers K, i'ay trouué que c'estoient les rayons qui venoient d'F vers G, où ils se courboient vers H, & en H se refleschissoient vers I, & en I se reflefchissoient derechef vers K, puis enfin se courboient au point K & tendoient vers E. De façon que le premier arc-en-ciel est causé par des rayons qui paruienent a l'œil aprés deux refractions & vne reflexion, & le second par d'autres rayons qui n'y paruienent qu'aprés deux refractions & deux reflexions; ce qui empesche qu'il ne paroisse tant que le premier.

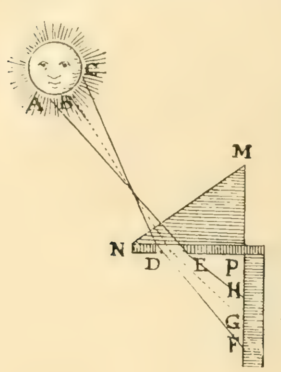
Mais la principale difficulté restoit encore, qui estoit de sçauoir pourquoy, y ayant plusieurs autres rayons qui, aprés deux refractions & vne ou deux reflexions, peuuent tendre vers l'œil quand cete boule est en autre situation, il n'y a toutefois que ceux dont i'ay parlé, qui facent paroistre quelques couleurs. Et pour la resoudre, i'ay cherché s'il n'y auoit point quelque autre suiet où elles parussent en mesme sorte, affin que, par la comparaison de l'vn & de l'autre, ie pûsse mieux iuger de leur cause. Puis, me souuenant qu'vn prisme ou triangle de cristal en fait voir de semblables, i'en ay consideré vn qui estoit tel qu'est icy MNP, dont les deux superficies MN & NP sont toutes plates, & inclinées l'vne sur l'autre selon vn angle d'enuiron 30 ou 40 degrés, en sorte que, | si les rayons du soleil ABC trauersent MN a angles droits

ou preſque droits, & ainſi n'y ſouffrent aucune ſenſible refraction, ils en doiuent ſouffrir vne aſſés grande en ſortant par NP. Et couurant l'vne de ces deux ſuperficies d'vn cors obſcur, dans lequel il y auoit vne ouuerture aſſés eſtroite comme DE, i'ay obſerué que les rayons, paſſant par cete ouuerture & de là s'allant rendre ſur vn linge ou papier blanc FGH, y peignent toutes les couleurs de l'arc-en-ciel ; & qu'ils y peignent touſiours le rouge vers F, & le bleu ou le violet vers H. D'où i'ay appris, premierement, que la courbure des ſuperficies des gouttes d'eau n'eſt point neceſſaire a la production de ces couleurs, car celles de ce criſtal ſont toutes plates ; ny la grandeur de l'angle ſous lequel elles paroiſſent, car il peut icy eſtre changé ſans qu'elles changent, & bien qu'on puiſſe faire que les rayons qui vont vers F ſe courbent tantoſt plus & tantoſt moins que ceux qui vont vers H, ils ne laiſſent pas de peindre touſiours du rouge, & ceux qui vont vers H touſiours du bleu ; ny auſſy la reflexion, car il n'y en a icy aucune ; ny enfin la pluralité des refractions, car il n'y en a icy qu'vne ſeule. Mais i'ay iugé qu'il y en falloit pour le | moins vne, & meſme vne dont l'effect ne fuſt point deſtruit par vne contraire ; car l'experience monſtre que, ſi les ſuperficies MN & NP eſtoient paralleles, les rayons, ſe redreſſant autant en l'vne qu'ils ſe pourroient courber

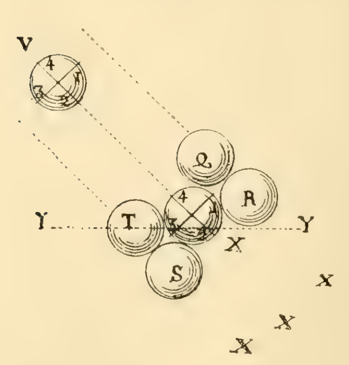


en l'autre, ne produiroient point ces couleurs. Ie n'ay pas douté qu'il n'y falluſt auſſy de la lumiere ; car ſans elle on ne voit rien. Et, outre cela, i'ay obſerué qu'il y falloit de l'ombre, ou de la limitation a cete lumiere ; car, ſi on oſte le cors obſcur qui eſt ſur NP, les couleurs FGH ceſſent de paroiſtre ; & ſi on fait l'ouuerture DE aſſés grande, le rouge, l'orangé & le iaune, qui ſont vers F, ne s'eſtendent pas plus loin pour cela, non plus que le verd, le bleu & le violet, qui ſont vers H, mais tout le ſurplus de l'eſpace qui eſt entre deux vers G demeure blanc. En ſuite de quoy, i'ay taſché de connoiſtre pourquoy ces couleurs ſont autres vers H que vers F, nonobſtant que la refraction & l'ombre & la lumiere y concourent en meſme ſorte. Et conceuant la nature de la lumiere telle que ie l'ay deſcrite en la Dioptrique, a ſçauoir comme l'action ou le mouuement d'vne certaine matiere fort ſubtile, dont il faut imaginer les parties ainſi que de petites boules qui roullent dans les pores des cors terreſtres, i'ay connû que ces boules peuuent rouller en diuerſes façons, ſelon les diuerſes cauſes qui les y determinent ; & en particulier, que toutes les refractions qui ſe font vers vn meſme coſté les determinent a tourner en meſme ſens ; mais que, lorſqu'elles n'ont point de voyſines qui ſe meuuent notablement plus viſte ou moins viſte qu'elles, leur tournoyement n'eſt qu'a peu prés eſgal a leur mouuement en ligne droite ; au lieu que, lorſqu'el|les en ont d'vn coſté qui ſe meuuent moins viſte, & de l'autre qui ſe meuuent plus ou eſgalement viſte, ainſi qu'il arriue aux confins de l'ombre & de la lumiere, ſi elles rencontrent celles qui ſe

meuuent moins viſte, du coſté vers lequel elles roullent, comme font celles qui compoſent le rayon EH,



cela eſt cauſe qu'elles ne tournoyent pas ſi viſte qu'elles ſe meuuent en ligne droite ; & c'eſt tout le contraire, lorſqu'elles les rencontrent de l'autre coſté, comme ſont celles du rayon DF. Pour mieux entendre cecy, penſés que la boule 1234 eſt pouſſée d'V vers X, en telle ſorte qu'elle ne va qu'en ligne droite, & que ſes deux coſtés 1 & 3 deſcendent eſgalement viſte iuſques a la ſuperficie de l'eau YY, où le mouuement du coſté marqué 3, qui la rencontre le premier, eſt retardé, pendant que celuy du coſté marqué

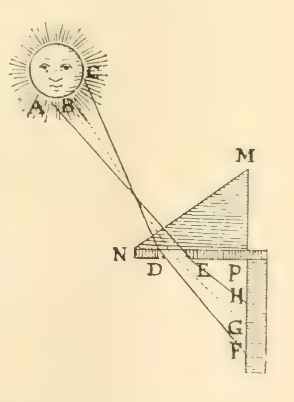


1 continue encore, ce qui eſt cauſe que toute la boule commence infalliblement a tournoyer ſuiuant l'ordre des chiffres 123. Puis, imaginés qu'elle eſt enuironnée de quatre autres, Q, R, S, T, dont les deux Q & R tendent, auec plus de force qu'elle, a ſe mouuoir vers X, & les deux autres S & T y tendent auec moins de force. D'où il eſt euident que Q, | preſſant ſa partie marquée 1, & S, retenant

celle qui eſt marquée 3, augmentent ſon tournoyement; & que R & T n'y nuiſent point, pource que R eſt diſpoſée a ſe mouuoir vers X plus viſte qu'elle ne la ſuit, & T n'eſt pas diſpoſée a la ſuiure ſi viſte qu'elle la precede. Ce qui explique l'action du rayon DF. Puis, tout au contraire, ſi Q & R tendent plus lentement qu'elle vers X, & S & T y tendent plus fort, R empeſche le tournoyement de la partie marquée 1, & T celuy de la partie 3, ſans que les deux autres Q & S y facent rien. Ce qui explique l'action du rayon EH. Mais il eſt a remarquer que, cete boule 1234 eſtant fort ronde, il peut ayſement arriuer que, lorſqu'elle eſt preſſée vn peu fort par les deux R & T, elle ſe reuire en pirouëttant autour de l'aiſſieu 42, au lieu d'areſter ſon tournoyement a leur occaſion, & ainſi que, changeant en vn moment de ſituation, elle tournoye aprés ſuiuant l'ordre des chiffres 321; car les deux R & T, qui l'ont fait commencer a ſe détourner, l'obligent a continuer iuſques a ce qu'elle ait acheué vn demi tour en ce ſens là, & qu'elles puiſſent augmenter ſon tournoyement, au lieu de le retarder. Ce qui m'a ſerui a reſoudre la principale de toutes les difficultés que i'ay euës en cete matiere. Et il ſe demonſtre, ce me ſemble, tres euidemment de tout cecy, que la nature des couleurs qui paroiſſent vers F ne conſiſte qu'en ce que les parties de la matiere ſubtile, qui tranſmet l'action de la lumiere, tendent a tournoyer auec plus de force qu'a ſe mouuoir en ligne droite; en ſorte que celles qui tendent a tourner beaucoup plus fort, cauſent la couleur rouge, & celles qui n'y tendent qu'vn peu plus fort, cauſent la iaune. Comme,

au contraire, la nature de celles qui ſe voyent vers H ne conſiſte qu'en ce que ces petites parties ne tournoyent pas ſi viſte qu'elles ont de couſtume, lorſqu'il n'y a point de cauſe particuliere qui les en empeſche; en ſorte que le verd paroiſt où elles ne tournoyent gueres moins viſte, & le bleu où elles tournoyent beaucoup moins viſte. Et ordinairement aux extremités de ce bleu, il ſe meſle de l'incarnat, qui, luy donnant de la viuacité & de l'eſclat, le change en violet ou couleur de pourpre. Ce qui vient ſans doute de ce que la meſme cauſe, qui a couſtume de retarder le tournoyement des parties de la matiere ſub|tile, eſtant alors aſſés forte pour faire changer de ſituation a quelques vnes, le doit augmenter en celles là, pendant qu'elle diminue celuy des autres. Et, en tout cecy, la raiſon s'accorde ſi parfaitement auec l'experience, que ie ne croy pas qu'il ſoit poſſible, aprés auoir bien conneu l'vne & l'autre, de douter que la choſe ne ſoit telle que ie viens de l'expliquer. Car, s'il eſt vray que le ſentiment que nous auons de la lumiere ſoit cauſé par le mouuement ou l'inclination a ſe mouuoir de quelque matiere qui touche nos yeux, comme pluſieurs autres choſes teſmoignent, il eſt certain que les diuers mouuemens de cete matiere doiuent cauſer en nous diuers ſentimens. Et comme il ne peut y auoir d'autre diuerſité en ces mouuemens que celle que i'ay dite, auſſy n'en trouuons nous point d'autre par experience, dans les ſentimens que nous en auons, que celle des couleurs. Et il n'eſt pas poſſible de trouuer aucune choſe dans le criſtal MNP qui puiſſe produire des couleurs, que la façon dont il enuoye les petites

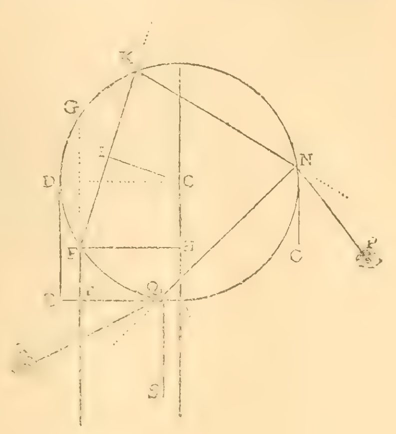
parties de la matiere ſubtile vers le linge FGH, & de là vers nos yeux ; d'où il eſt, ce me ſemble, aſſés euident qu'on ne doit chercher autre choſe non plus dans les couleurs que les autres obiets font paroiſtre : car l'experience ordinaire teſmoigne que la lumiere ou le blanc, & l'ombre ou le noir, auec les couleurs de l'iris qui ont eſté icy expliquées, ſuffiſent pour compoſer toutes les autres. Et ie ne ſçaurois gouſter la diſtinction des Philoſophes, quand ils diſent qu'il y en a qui ſont vrayes, & d'autres qui ne ſont que fauſſes ou apparentes. Car toute leur vraye nature n'eſtant que de paroiſtre, c'eſt, ce me ſemble, vne contradiction de dire | qu'elles ſont fauſſes & qu'elles paroiſſent. Mais i'auoue bien que l'ombre & la refraction ne ſont pas touſiours neceſſaires pour les produire ; & qu'en leur place, la groſſeur, la figure, la ſituation & le mouuement des parties des cors qu'on nomme colorés, peuuent concourir diuerſement auec la lumiere, pour augmenter ou diminuer le tournoyement des parties de la matiere ſubtile. En ſorte que, meſme en l'arc-en-ciel, i'ay douté d'abord ſi les couleurs s'y produiſoient tout a fait en meſme façon que dans le criſtal MNP ; car ie n'y remarquois point d'ombre qui terminaſt la lumiere, & ne connoiſſois point encore pourquoy elles n'y paroiſſoient que ſous certains angles, iuſques a ce qu'ayant pris la plume & calculé par



le menu tous les rayons qui tombent ſur les diuers poins d'vne goutte d'eau, pour ſçauoir ſous quels angles, aprés deux refractions & vne ou deux reflexions, ils peuuent venir vers nos yeux, i'ay trouué qu'aprés vne reflexion & deux refractions, il y en a beaucoup plus qui peuuent eſtre veus ſous l'angle de 41 a 42 degrés, que ſous aucun moindre; & qu'il n'y en a aucun qui puiſſe eſtre vû ſous vn plus grand. Puis, i'ay trouué auſſy qu'aprés deux reflexions & deux refractions, il y en a beaucoup plus qui vienent vers l'œil ſous l'angle de 51 a 52 degrés, que ſous aucun plus grand; & qu'il n'y en a point qui vienent ſous vn moindre. De façon qu'il y a de l'ombre de part & d'autre, qui termine la lumiere, laquelle, aprés auoir paſſé par vne infinité de gouttes de pluie eſclairées par le ſoleil, vient vers l'œil ſous l'angle de 42 degrés, ou vn peu au deſſous, & ainſi cauſe le premier & principal arc-en-ciel. Et il y en a auſſy qui ter|mine celle qui vient ſous l'angle de 51 degrés ou vn peu au deſſus, & cauſe l'arc-en-ciel exterieur; car, ne receuoir point de rayons de lumiere en ſes yeux, ou en receuoir notablement moins d'vn obiet que d'vn autre qui luy eſt proche, c'eſt voir de l'ombre. Ce qui monſtre clairement que les couleurs de ces arcs ſont produites par la meſme cauſe que celles qui paroiſſent par l'ayde du criſtal MNP, & que le demi diametre de l'arc interieur ne doit point eſtre plus grand que de 42 degrés, ny celuy de l'exterieur plus petit que de 51; & enfin, que le premier doit eſtre bien plus limité en ſa ſuperficie exterieure qu'en l'interieure; & le ſecond tout au contraire, ainſi qu'il ſe

voit par experience. Mais, affin que ceux qui ſçauent les mathematiques puiſſent connoiſtre ſi le calcul que i'ay fait de ces rayons eſt aſſés iuſte, il faut icy que ie l'explique.

Soit AFD vne goutte d'eau, dont ie diuiſe le demi diametre CD ou AB en autant de parties eſgales que ie veux calculer de rayons, affin d'attribuer autant de lumiere aux vns qu'aux autres. Puis ie conſidere vn de ces rayons en particulier, par exemple EF, qui, au lieu de paſſer tout droit vers G, ſe détourne vers K, & ſe refleſchiſt de K vers N, & de là va vers



l'œil P; ou bien ſe refleſchiſt encore vne fois de N vers Q, & de là ſe détourne vers l'œil R. Et ayant tiré CI a angles droits ſur FK, ie connois, de ce qui a eſté dit en la Dioptrique, qu'AE, ou HF, & CI ont entre elles la proportion par laquelle la refraction de l'eau ſe meſure. De façon que, ſi HF contient 8000 parties, telles qu'AB en contient 10000, CI en contiendra enuiron de 5984, | pourceque la refraction de l'eau eſt tant ſoit peu plus grande que de trois a quatre, & pour le plus iuſtement que i'aye pû la meſurer, elle eſt comme de 187 a 250. Ayant ainſi les deux lignes HF & CI, ie connois ayſement

les deux arcs, FG qui eſt de 73 degrés & 44 minutes, & FK qui eſt de 106.30. Puis, oſtant le double de l'arc FK, de l'arc FG adiouſté a 180 degrés, i'ay 40.44 pour la quantité de l'angle ONP, car ie ſuppoſe ON parallele a EF. Et oſtant ces 40.44 d'FK, i'ay 65.46 pour l'angle SQR, car ie poſe auſſy SQ parallele a EF. Et calculant en meſme façon tous les autres rayons paralleles a EF, qui paſſent par les diuiſions du diametre AB, ie compoſe la table ſuiuante : |

LA LIGNE HF	LA LIGNE CI	L'ARC FG	L'ARC FK	L'ANGLE ONP	L'ANGLE SQR
1000	748	168.30	171.25	5.40	165.45
2000	1496	156.55	162.48	11.19	151.29
3000	2244	145. 4	154. 4	17.56	136. 8
4000	2992	132.50	145.10	22.30	122. 4
5000	3740	120.	136. 4	27.52	108.12
6000	4488	106.16	126.40	32.56	93.44
7000	5236	91. 8	116.51	37.26	79.25
8000	5984	73.44	106.30	40.44	65.46
9000	6732	51.41	95.22	40.57	54.25
10000	7480	0.	83.10	13.40	69.30

Et il eſt ayſé a voir, en cete table, qu'il y a bien plus de rayons qui font l'angle ONP d'enuiron 40 degrés, qu'il n'y en a qui le facent moindre ; ou SQR

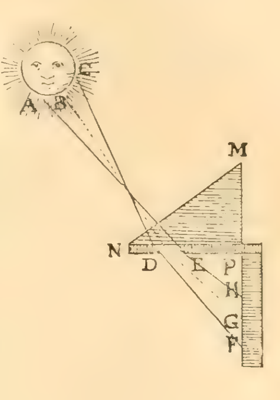
d'enuiron 54, qu'il n'y en a qui le facent plus grand. Puis, affin de la rendre encore plus precise, ie fais :

LA LIGNE HF	LA LIGNE CI	L'ARC FG	L'ARC FK	L'ANGLE ONP	L'ANGLE SQR
8000	5984	73.44	106.30	40.44	65.46
8100	6058	71.48	105.25	40.58	64.37
8200	6133	69.50	104.20	41.10	63.10
8300	6208	67.48	103.14	41.20	62.54
8400	6283	65.44	102. 9	41.26	61.43
8500	6358	63.34	101. 2	41.30	60.32
8600	6432	61.22	99.56	41.30	58.26
8700	6507	59. 4	98.48	41.28	57.20
8800	6582	56.42	97.40	41.22	56.18
8900	6657	54.16	96.32	41.12	55.20
9000	6732	51.41	95.22	40.57	54.25
9100	6806	49. 0	94.12	40.36	53.36
9200	6881	46. 8	93. 2	40. 4	52.58
9300	6956	43. 8	91.51	39.26	52.25
9400	7031	39.54	90.38	38.38	52. 0
9500	7106	36.24	89.26	37.32	51.54
9600	7180	32.30	88.12	36. 6	52. 6
9700	7255	28. 8	86.58	34.12	52.46
9800	7330	22.57	85.43	31.31	54.12

|Et ie voy icy que le plus grand angle ONP peut eſtre de 41 degrés 30 minutes, & le plus petit SQR de 51.54, a quoy adiouſtant ou oſtant enuiron 17 minutes pour le demi diametre du ſoleil, i'ay 41.47 pour le plus grand demi diametre de l'arc-en-ciel interieur, & 51.37 pour le plus petit de l'exterieur.

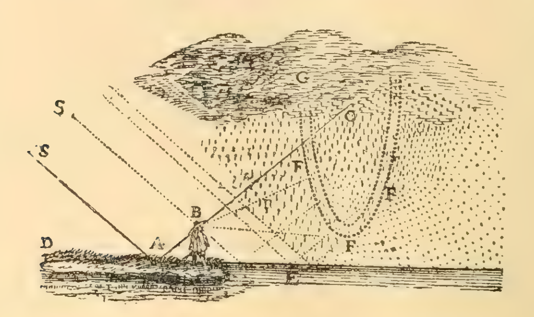
Il eſt vray que, l'eau eſtant chaude, ſa refraction eſt tant ſoit peu moindre que lors qu'elle eſt froide, ce qui peut changer quelque choſe en ce calcul. Toutefois, cela ne ſçauroit augmenter le demi diametre de l'arc-en-ciel interieur, que d'vn ou deux degrés tout au plus ; & lors, celuy de l'exterieur ſera de preſque deux fois autant plus petit. Ce qui eſt digne d'eſtre remarqué, pourceque, par là, on peut demonſtrer que la refraction de l'eau ne peut eſtre gueres moindre, ny plus grande, que ie la ſuppoſe. Car, pour peu qu'elle fuſt plus grande, elle rendroit le demi diametre de l'arc-en-ciel interieur moindre que 41 degrés, au lieu que, par la creance commune, on luy en donne 45 ; & ſi on la ſuppoſe aſſés petite pour faire qu'il ſoit veritablement de 45, on trouuera que celuy de l'exterieur ne ſera auſſy gueres plus que de 45, au lieu qu'il paroiſt a l'œil beaucoup plus grand que celuy de l'interieur. Et Maurolycus, qui eſt, ie croy, le premier qui a determiné l'vn de 45 degrés, determine l'autre d'enuiron 56. Ce qui monſtre le peu de foy qu'on doit adiouſter aux obſeruations qui ne ſont pas accompagnées de la vraye raiſon. Au reſte, ie n'ay pas eu de peine a connoiſtre pourquoy le rouge eſt en dehors de l'arc-en-ciel interieur, ny pourquoy il eſt en dedans en l'exterieur ; car la meſme cauſe pour la-

quelle c'eſt vers F, plutoſt | que vers H, qu'il paroiſt au trauers du criſtal MNP, fait que ſi, ayant l'œil en la place du linge blanc FGH, on regarde ce criſtal, on y verra le rouge vers ſa partie plus eſpaiſſe MP, & le bleu vers N, pource que le rayon teint de rouge qui va vers F, vient de C, la partie du ſoleil la plus auancée vers MP. Et cete meſme cauſe fait auſſy que le centre des gouttes d'eau, & par conſequent leur plus eſpaiſſe partie, eſtant en dehors au reſpect des poins colorés qui forment l'arc-en-ciel interieur, le rouge y doit paroiſtre en dehors ; & qu'eſtant en dedans au reſpect de ceux qui forment l'exterieur, le rouge y doit auſſy paroiſtre en dedans.



Ainſi ie croy qu'il ne reſte plus aucune difficulté en cete matiere, ſi ce n'eſt peuteſtre touchant les irregularités qui s'y rencontrent : comme, lorſque l'arc n'eſt pas exactement rond, ou que ſon centre n'eſt pas en la ligne droite qui paſſe par l'œil & le ſoleil, ce qui peut arriuer ſi les vens changent la figure des gouttes de pluie; car elles ne ſçauroient perdre ſi peu de leur rondeur, que cela ne face vne notable difference en l'angle ſous lequel les couleurs doiuent paroiſtre. On a vû auſſy quelquefois, a | ce qu'on m'a dit, vn arc en ciel tellement renuerſé que ſes cornes eſtoient tournées vers en hault, comme eſt icy repreſenté FF. Ce que ie ne ſçaurois iuger eſtre arriué que

par la reflexion des rayons du ſoleil donnans ſur l'eau de la mer, ou de quelque lac. Comme ſi, venans de la partie du ciel S S, ils tombent ſur l'eau D A E, &, de là, ſe refleſchiſſent vers la pluie C F, l'œil B verra l'arc F F, dont le centre eſt au point C, en ſorte que,



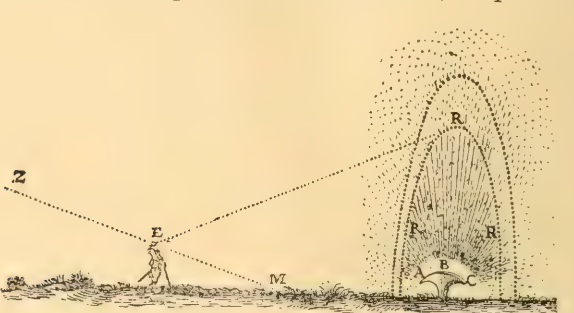
C B eſtant prolongée iuſques a A, & A S paſſant par le centre du ſoleil, les angles S A D & B A E ſoient eſgaux, & que l'angle C B F ſoit d'enuiron 42 degrés. Toutefois, il eſt auſſy requis a cet effect, qu'il n'y ait point du tout de vent qui trouble la face de l'eau vers E, & peuteſtre auec cela qu'il y ait quelque nuë, comme G, qui empeſche que la lumiere du ſoleil, allant en ligne droite vers la pluie, n'efface celle que cete eau E y enuoye : d'où vient qu'il n'arriue que rarement. Outre cela, l'œil peut eſtre en telle | ſituation, au reſpect du Soleil & de la pluie, qu'on verra la partie inferieure qui acheue le cercle de l'arc-en-ciel, ſans voir la ſuperieure ; & ainſi qu'on la prendra pour vn arc renuerſé, nonobſtant qu'on ne la verra pas vers le ciel, mais vers l'eau, ou vers la terre.

On m'a dit auſſy auoir vû quelquefois vn troiſieſme

arc-en-ciel au deſſus des deux ordinaires, mais qui eſtoit beaucoup plus foible, & enuiron autant eſloigné du ſecond que le ſecond du premier. Ce que ie ne iuge pas pouuoir eſtre arriué, ſi ce n'eſt qu'il y ait eu des grains de greſle fort ronds & fort tranſparens, meſlés parmi la pluie, dans leſquels la refraction eſtant notablement plus grande que dans l'eau, l'arc-en-ciel exterieur aura deu y eſtre beaucoup plus grand, & ainſi paroiſtre au deſſus de l'autre. Et pour l'interieur, qui par meſme raiſon aura deu eſtre plus petit que l'interieur de la pluie, il ſe peut faire qu'il n'aura point eſté remarqué, a cauſe du grand luſtre de cetuy cy; ou bien que, leurs extremités s'eſtant iointes, on ne les aura contés tous deux que pour vn, mais pour vn dont les couleurs auront eſté autrement diſpoſées qu'à l'ordinaire.

Et cecy me fait ſouuenir d'vne inuention pour faire paroiſtre des ſignes dans le ciel, qui pourroient cauſer grande admiration a ceux qui en ignoreroient les raiſons. Ie ſuppoſe que vous ſçaués deſia la façon de faire voir l'arc-en-ciel par le moyen d'vne fontaine. Comme, ſi l'eau qui ſort par les petits trous ABC, ſautant aſſés haut, s'eſpand en l'air de tous coſtés vers R, & que le ſoleil ſoit vers Z, en ſorte que, ZEM eſtant ligne droite, l'angle MER puiſſe eſtre d'enuiron 42 degrés, l'œil E ne man|quera pas de voir l'iris vers R, tout ſemblable a celuy qui paroiſt dans le ciel. A quoy il faut maintenent adiouſter qu'il y a des huiles, des eaux de vie, & d'autres liqueurs, dans leſquelles la refraction ſe fait notablement plus grande ou plus petite qu'en l'eau commune, & qui ne ſont pas pour

cela moins claires & tranſparentes. En ſorte qu'on pourroit diſpoſer par ordre pluſieurs fontaines, dans leſquelles y ayant diuerſes de ces liqueurs, on y verroit par leur moyen toute vne grande partie du ciel pleine des couleurs de l'iris : a ſçauoir en faiſant que les liqueurs dont la refraction ſeroit la plus grande, fuſſent les plus proches des ſpectateurs, & qu'elles ne s'eſleuaſſent point ſi hault, qu'elles empeſchaſſent la veuë de celles qui ſeroient derriere. Puis, a cauſe que, fermant vne partie des troux ABC, on peut faire



diſparoiſtre telle partie de l'iris RR qu'on veut, ſans oſter les autres, il eſt ayſé a entendre que, tout de meſme, ouurant & fermant a propos les troux de ces diuerſes fontaines, on pourra faire que ce qui paroiſtra coloré ait la figu|re d'vne croix, ou d'vne colomne, ou de quelque autre telle choſe qui donne ſuiet d'admiration. Mais i'auoue qu'il y faudroit de l'adreſſe & de la deſpenſe, affin de proportionner ces fontaines, & faire que les liqueurs y ſautaſſent ſi hault, que ces figures peuſſent eſtre veuës de fort loin par tout vn peuple, ſans que l'artifice s'en découuriſt.

DE LA COVLEVR DES NVES, ET DES CERCLES OV COVRONNES QV'ON VOIT QVELQVEFOIS AVTOVR DES ASTRES.

Diſcours Neufieſme.

Aprés ce que i'ay dit de la nature des couleurs, ie ne croy pas auoir beaucoup de choſes a adiouſter touchant celles qu'on voit dans les nuës. Car, premierement, pour ce qui eſt de leur blancheur & de leur obſcurité ou noirceur, elle ne procede que de ce qu'elles ſont plus ou moins expoſées a la lumiere des aſtres, ou a l'ombre, tant d'elles meſmes que de leurs voyſines. Et il y a ſeulement icy deux choſes a remarquer. Dont l'vne eſt que les ſuperficies des cors tranſparens font refleſchir vne partie des rayons qui vienent vers elles, ainſi que i'ay dit cy deſſus[a]; ce qui eſt cauſe que la lumiere peut mieux penetrer au trauers de trois picques d'eau, qu'elle ne fait au trauers d'vn peu d'eſcume, qui n'eſt toutefois autre choſe que de l'eau, mais en laquelle il y a pluſieurs ſuperficies, dont la premiere faiſant refleſchir vne partie de | cete lumiere, & la ſeconde vne autre partie, & ainſi de ſuite, il n'en reſte bientoſt plus du tout, ou preſque plus, qui paſſe outre. Et c'eſt ainſi que ny le verre pilé, ny la neige, ny les nuës lorſqu'elles ſont vn peu eſpaiſſes, ne peuuent eſtre tranſparentes. L'autre choſe qu'il y a icy a re-

a. Pages 196-197 ci-avant.

marquer, eſt qu'encore que l'action des cors lumineux ne ſoit que de pouſſer en ligne droite la matiere ſubtile qui touche nos yeux, toutefois le mouuement ordinaire des petites parties de cete matiere, au moins de celles qui ſont en l'air autour de nous, eſt de rouller en meſme façon qu'vne bale roulle eſtant a terre, encore qu'on ne l'ait pouſſée qu'en ligne droite. Et ce ſont proprement les cors qui les font rouller en cete ſorte, qu'on nomme blancs ; comme font, ſans doute, tous ceux qui ne manquent d'eſtre tranſparens qu'a cauſe de la multitude de leurs ſuperficies, tels que ſont l'eſcume, le verre pilé, la neige & les nuës. En ſuite de quoy on peut entendre pourquoy le ciel, eſtant fort pur & deſchargé de tous nuages, paroiſt bleu, pouruû qu'on ſçache que, de luy meſme, il ne rend aucune clarté, & qu'il paroiſtroit extremement noir, s'il n'y auoit point du tout d'exhalaiſons ny de vapeurs au deſſus de nous, mais qu'il y en a touſiours plus ou moins qui font reflechir quelques rayons vers nos yeux, c'eſt a dire qui repouſſent vers nous les petites parties de la matiere ſubtile que le ſoleil ou les autres aſtres ont pouſſé contre elles ; & lorſque ces vapeurs ſont en aſſés grand nombre, la matiere ſubtile, eſtant repouſſée vers nous par les premieres, en rencontre d'autres aprés, qui font rouller & tournoyer ſes petites parties, auant qu'elles paruienent a nous. Ce qui fait | alors paroiſtre le ciel blanc, au lieu que, ſi elle n'en rencontre aſſés pour faire ainſi tournoyer ſes parties, il ne doit paroiſtre que bleu, ſuiuant ce qui a eſté tantoſt dit[a] de la nature de la couleur bleuë.

a. Page 334, l. 6, ci-avant.

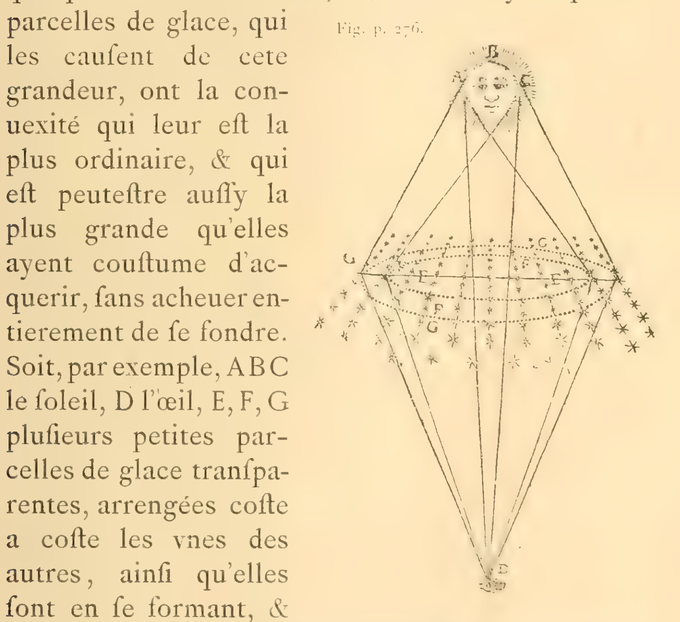
Et c'eſt la meſme cauſe qui fait auſſy que l'eau de la mer, aux endroits où elle eſt fort pure & fort profonde, ſemble eſtre bleuë; car il ne ſe refleſchit de ſa ſuperficie que peu de rayons, & aucun de ceux qui la penetrent ne reuient. De plus, on peut icy entendre pourquoy ſouuent, quand le ſoleil ſe couche ou ſe leue, tout le coſté du ciel vers lequel il eſt paroiſt rouge : ce qui arriue lorſqu'il n'y a point tant de nuës, ou plutoſt de brouillas, entre luy & nous, que ſa lumiere ne puiſſe les trauerſer; mais qu'elle ne les trauerſe pas ſi ayſement tout contre la terre, qu'vn peu plus hault; ny ſi ayſement vn peu plus hault, que beaucoup plus hault. Car il eſt euident que cete lumiere, ſouffrant refraction dans ces brouillas, determine les parties de la matiere ſubtile qui la tranſmettent, a tournoyer en meſme ſens que feroit vne boule qui viendroit du meſme coſté en roullant ſur terre; de façon que le tournoyement des plus baſſes eſt touſiours augmenté par l'action de celles qui ſont plus hautes, a cauſe qu'elle eſt ſuppoſée plus forte que la leur; & vous ſçaués que cela ſuffiſt pour faire paroiſtre la couleur rouge, laquelle, ſe refleſchiſſant aprés dans les nuës, ſe peut eſtendre de tous coſtés dans le ciel. Et il eſt a remarquer que cete couleur, paroiſſant le matin, preſage des vens ou de la pluie, a cauſe qu'elle teſmoigne qu'y ayant peu de nuës vers l'Orient, le ſoleil pourra eſleuer beaucoup de vapeurs auant le midy, & que les brouillas qui la font paroiſtre commencent a monter; au | lieu que, le ſoir, elle teſmoigne le beau tems, a cauſe que, n'y ayant que peu ou point de nuës vers le couchant, les vens orien-

taux doiuent regner, & les brouillas defcendent pendant la nuit.

Ie ne m'arefte point a parler plus particulierement des autres couleurs qu'on voit dans les nuës; car ie croy que les caufes en font toutes affés comprifes en ce que i'ay dit. Mais il paroift quelquefois certains cercles autour des aftres, dont ie ne dois pas omettre l'explication. Ils font femblables a l'arc-en-ciel, en ce qu'ils font ronds, ou prefque ronds, & enuironnent toufiours le foleil ou quelque autre aftre : ce qui monftre qu'ils font caufés par quelque reflexion ou refraction dont les angles font a peu prés tous efgaux. Comme auffy, en ce qu'ils font colorés : ce qui monftre qu'il y a de la refraction, & de l'ombre qui limite la lumiere qui les produift. Mais ils different en ce que l'arc-en-ciel ne fe voit iamais que lors qu'il pleut actuellement au lieu vers lequel on le voit, bien que fouuent il ne pleuue pas au lieu où eft le fpectateur. Et eux ne fe voyent iamais où il pleut : ce qui monftre qu'ils ne font pas caufés par la refraction qui fe fait en des gouttes d'eau ou en de la grefle, mais par celle qui fe fait en ces petites eftoiles de glace tranfparentes, dont il a efté parlé cy deffus. Car on ne fçauroit imaginer dans les nuës aucune autre caufe qui foit capable d'vn tel effect; & fi on ne voit iamais tomber de telles eftoiles que lorfqu'il fait froid, la raifon nous affure qu'il ne laiffe pas de s'en former en toutes faifons. Mefme, a caufe qu'il eft befoin de quelque chaleur pour faire que, de blanches qu'elles font au commencement, elles deuienent tranfparentes, | ainfi qu'il eft requis a cet effect, il eft vrayfemblable que

l'eſté y eſt plus propre que l'hyuer. Et encore que la pluſpart de celles qui tombent paroiſſent a l'œil extremement plates & vnies, il eſt certain neanmoins qu'elles ſont toutes quelque peu plus eſpaiſſes au milieu qu'aux extremités, ainſi qu'il ſe voit auſſy a l'œil en quelques vnes; & ſelon qu'elles le ſont plus ou moins, elles font paroiſtre ces cercles plus ou moins grands : car il y en a ſans doute de pluſieurs grandeurs. Et ſi ceux qu'on a le plus ſouuent obſerués ont eu leur diametre d'enuiron 45 degrés, ainſi que quelques vns ont eſcrit, ie veux croyre que les parcelles de glace, qui les cauſent de cete grandeur, ont la conuexité qui leur eſt la plus ordinaire, & qui eſt peuteſtre auſſy la plus grande qu'elles ayent couſtume d'acquerir, ſans acheuer entierement de ſe fondre. Soit, par exemple, ABC le ſoleil, D l'œil, E, F, G pluſieurs petites parcelles de glace tranſparentes, arrengées coſte a coſte les vnes des autres, ainſi qu'elles ſont en ſe formant, & dont la conuexité eſt telle, que le rayon venant, par exemple, du point A ſur l'extremité de celle qui eſt

Fig. p. 276.



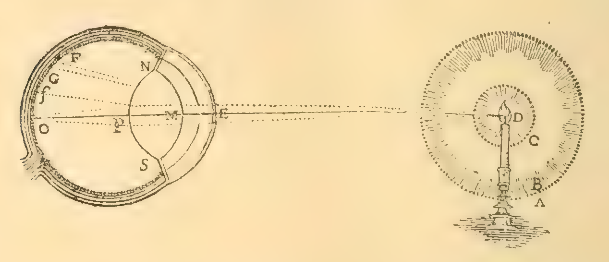
marquée G, & du point C ſur l'extremité de celle qui eſt marquée F, retourne vers D, & qu'il en vient vers D pluſieurs autres de ceux qui trauerſent les autres parcelles de glace qui ſont vers E, mais non point aucun de ceux qui trauerſent celles qui ſont au delà du cercle GG. Il eſt manifeſte qu'outre que les rayons AD, CD, & ſemblables qui paſſent en ligne droite, font paroiſtre le ſoleil de ſa grandeur accouſtumée, les autres, qui ſouffrent refraction vers EE, doiuent rendre toute l'aire compriſe dans le cercle FF aſſés brillante, & faire que ſa circonfe|rence, entre les cercles FF & GG, ſoit comme vne couronne peinte des couleurs de l'arc-en-ciel; & meſme que le rouge y doit eſtre en dedans vers F, & le bleu en dehors vers G, tout de meſme qu'on a couſtume de l'obſeruer. Et s'il y a deux ou pluſieurs rangs de parcelles de glace l'vne ſur l'autre, pouruû que cela n'empeſche point que les rayons du ſoleil ne les trauerſent, ceux de ces rayons qui en trauerſeront deux par leurs bords, ſe courbans preſque deux fois autant que les autres, produiront encore vn autre cercle coloré, beaucoup plus grand en circuit, mais moins apparent que le premier; en ſorte qu'on verra pour lors deux couronnes l'vne dans l'autre, & dont l'interieure ſera la mieux peinte, comme il a auſſy eſté quelquefois obſerué. Outre cela, vous voyés bien pourquoy ces couronnes n'ont pas couſtume de ſe former au|tour des aſtres qui ſont fort bas vers l'horizon; car les rayons rencontrent alors trop obliquement les parcelles de glace pour les trauerſer. Et pourquoy leurs couleurs ne ſont pas ſi viues que les ſienes; car elles ſont cauſées par

des refractions beaucoup moindres. Et pourquoy elles paroiſſent plus ordinairement que luy autour de la lune, & meſme ſe remarquent auſſy quelquefois autour des eſtoiles, a ſçauoir lorſque les parcelles de glace interpoſées, n'eſtant que fort peu conuexes, les rendent fort petites ; car, d'autant qu'elles ne dependent point de tant de reflexions & refractions que l'arc-en-ciel, la lumiere qui les cauſe n'a pas beſoin d'eſtre ſi forte. Mais ſouuent elles ne paroiſſent que blanches, non point tant par faute de lumiere, que pource que la matiere où elles ſe forment n'eſt pas entierement tranſparente.

On en pourroit bien imaginer encore quelques autres qui ſe formaſſent a l'imitation de l'arc-en-ciel en des gouttes d'eau, a ſçauoir, premierement, par deux refractions ſans aucune reflexion; mais alors il n'y a rien qui determine leur diametre, & la lumiere n'y eſt point limitée par l'ombre, comme il eſt requis pour la production des couleurs. Puis auſſy par deux refractions & trois ou quatre reflexions ; mais leur lumiere, eſtant alors grandement foible, peut ayſement eſtre effacée par celle qui ſe refleſchiſt de la ſuperficie des meſmes gouttes ; ce qui me fait douter ſi iamais elles paroiſſent, & le calcul monſtre que leur diametre deuroit eſtre beaucoup plus grand qu'on ne le trouue en celles qu'on a couſtume d'obſeruer.

Enfin, pour ce qui eſt de celles qu'on voit quelquefois | autour des lampes & des flambeaux, la cauſe n'en doit point eſtre cherchée dans l'air, mais ſeulement dans l'œil qui les regarde. Et i'en ay vû cet eſté dernier vne experience fort manifeſte : ce fut en voyaſ-

geant de nuit dans vn nauire, où, aprés auoir tenu tout le ſoir ma teſte appuiée ſur vne main, dont ie fermois mon œil droit, pendant que ie regardois de l'autre vers le ciel, on apporta vne chandelle au lieu où i'eſtois ; & lors, ouurant les deux yeux, ie vy deux couronnes autour de la flame, dont les couleurs eſtoient auſſy viues, que ie les aye iamais veuës en l'arc-en-ciel. A B eſt la plus grande, qui eſtoit rouge

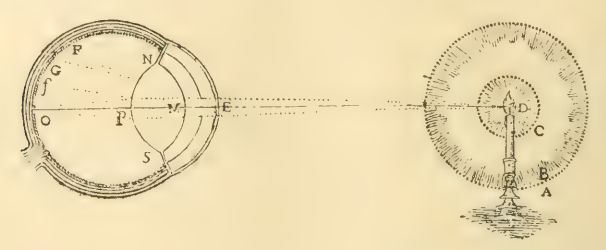


vers A, & bleuë vers B; C D la plus petite, qui eſtoit rouge auſſy vers C, mais vers D elle eſtoit blanche, & s'eſtendoit iuſques a la flame. Aprés cela, refermant l'œil droit, i'apperceu que ces couronnes diſparoiſſoient, & qu'au contraire, en l'ouurant & fermant le gauche, elles continuoient de paroiſtre : ce qui m'aſſura qu'elles ne procedoient que de quelque diſpoſition, que mon œil droit auoit acquiſe pendant que ie l'auois tenu fermé, & qui eſtoit cauſe qu'outre que la pluſpart des rayons de la flame qu'il receuoit, la repreſentoient vers O, où ils | s'aſſembloient, il y en auoit auſſy quelques vns, qui eſtoient tellement détournés, qu'ils s'eſtendoient en tout l'eſpace *f* O, où ils peignoient la couronne C D, & quelques autres en l'eſpace F G, où ils peignoient la couronne A B. Ie ne

determine point quelle eſtoit cete diſpoſition; car pluſieurs differentes peuuent cauſer le meſme effect. Comme, s'il y a ſeulement vne ou deux petites rides en quelqu'vne des ſuperficies E, M, P, qui, a cauſe de la figure de l'œil, s'y eſtendent en forme d'vn cercle dont le centre ſoit en la ligne EO, comme il y en a ſouuent de toutes droites qui ſe croyſent en cete ligne EO, & nous font voir de grans rayons eſpars ça & là autour des flambeaux; ou bien qu'il y ait quelque choſe d'opaque entre E & P, ou meſme a coſté en quelque lieu, pouruû qu'il s'y eſtende circulairement; ou enfin que les humeurs ou les peaux de l'œil ayent en quelque façon changé de temperament ou de figure; car il eſt fort commun a ceux qui ont mal aux yeux de voir de telles couronnes, & elles ne paroiſſent pas ſemblables a tous. Seulement faut il remarquer que leur partie exterieure, comme A & C, eſt ordinairement rouge, tout au contraire de celles qu'on voit autour des aſtres; dont la raiſon vous ſera claire, ſi vous conſiderés qu'en la production de leurs couleurs, c'eſt l'humeur criſtaline PNM qui tient lieu du priſme de criſtal dont il a tantoſt eſté parlé[a], & le fons de l'œil FG*f* qui tient lieu du linge blanc qui eſtoit derriere. Mais vous douterés peuteſtre pourquoy, puiſque l'humeur criſtaline a ce pouuoir, elle ne colore pas en meſme façon | tous les obiets que nous voyons, ſi ce n'eſt que vous conſideriés que les rayons qui vienent de chaſque point de ces obiets vers chaſque point du fonds de l'œil, paſſant les vns par celuy de ſes coſtés qui eſt marqué N, & les autres par celuy qui eſt mar-

a. « Voyés au discours precedent. » Pages 329-330 ci-avant.

qué S, ont des actions toutes contraires, & qui ſe deſtruiſent les vnes les autres, au moins en ce qui regarde la production des couleurs; au lieu qu'icy les



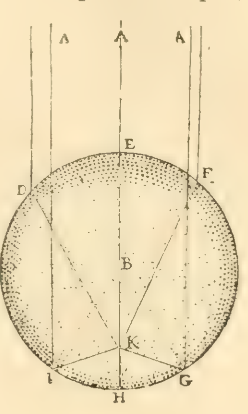
rayons qui vont vers FGf ne paſſent que par N. Et tout cecy ſe rapporte ſi bien a ce que i'ay dit de la nature des couleurs, qu'il peut, ce me ſemble, beaucoup ſeruir pour en confirmer la verité.

| DE L'APPARITION DE PLVSIEVRS SOLEILS.

Diſcours Dernier.

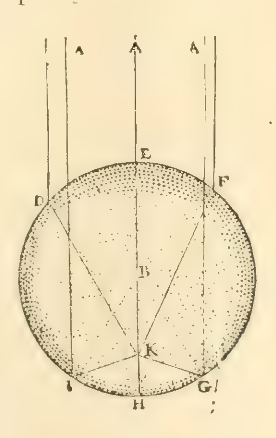
On voit encore quelquefois d'autres cercles dans les nuës, qui different de ceux dont i'ay parlé, en ce qu'ils ne paroiſſent iamais que tous blancs, & qu'au lieu d'auoir quelque aſtre en leur centre, ils trauerſent ordinairement celuy du ſoleil ou de la lune, & ſemblent paralleles ou preſque paralleles a l'Horizon. Mais, pource qu'ils ne paroiſſent qu'en ces grandes

nuës toutes rondes dont il a eſté parlé cy deſſus, & qu'on voit auſſy quelquefois pluſieurs ſoleils ou pluſieurs lunes dans les meſmes nuës, il faut que i'explique enſemble l'vn & l'autre. Soit, par exemple, A le Midy, où eſt le ſoleil accompagné d'vn vent chaud qui tend vers B, & C le Septentrion, d'où il vient vn vent froid qui tend auſſy vers B. Et là ie ſuppoſe que ces deux vens rencontrent ou aſſemblent vne nuë, compoſée de parcelles de neige, qui s'eſtend ſi loin en profondeur & en largeur, qu'ils ne peuuent paſſer l'vn au deſſus, l'autre au deſſous, ou entre deux, ainſi qu'ils ont ailleurs de couſtume, mais qu'ils ſont contrains de prendre leur cours tout a l'entour : au moyen de quoy, non ſeulement ils l'arondiſſent, mais auſſy celuy qui vient du Midy, eſtant chaud, fond quelque peu la neige de ſon circuit, laquelle eſtant auſſy toſt regelée, tant par celuy du Nord qui eſt froid, que par la proximité de la neige | interieure qui n'eſt pas encore fonduë, peut former comme vn grand anneau de glace toute continuë & tranſparente, dont la ſuperficie ne manquera pas d'eſtre aſſés polie, a cauſe que les vens qui l'arondiſſent ſont fort vniformes. Et, de plus, cete glace ne manque pas d'eſtre plus eſpaiſſe du coſté DEF, que ie ſuppoſe expoſé au vent chaud & au ſoleil, que de l'autre GHI, où la



neige ne s'eſt pû fondre ſi ayſement. Et enfin, il faut remarquer qu'en cete conſtitution d'air, & ſans orage, il ne peut y auoir aſſés de chaleur autour de la nuë B, pour y former ainſi de la glace, qu'il n'y en ait auſſy aſſés en la terre qui eſt au deſſous, pour y exciter des vapeurs qui la ſouſtienent, en ſouleuant & pouſſant vers le ciel tout le cors de la nuë qu'elle embraſſe. En ſuite de quoy, il eſt euident que la clarté du ſoleil, lequel ie ſuppoſe eſtre aſſés haut vers le Midy, donnant tout autour ſur la glace DEFGHI, & de là ſe refleſchiſſant ſur la blancheur de la neige voyſine, doit faire paroiſtre cete neige, a ceux qui ſeront au deſſous, en forme d'vn grand cercle tout blanc; & meſme, qu'il ſuffiſt, a cet effect, que la nuë ſoit ronde, & vn peu plus preſſée en ſon circuit qu'au milieu, ſans que l'anneau de glace | doiue eſtre formé. Mais, lors qu'il l'eſt, on peut voir, eſtant au deſſous vers le point K, iuſques a ſix ſoleils, qui ſemblent eſtre enchaſſés dans le cercle blanc ainſi qu'autant de diamans dans vne bague. A ſçauoir, le premier vers E, par les rayons qui vienent directement du ſoleil que ie ſuppoſe vers A; les deux ſuiuans vers D & vers F, par la refraction des rayons qui trauerſent la glace en ces lieux là, où, ſon eſpaiſſeur allant en diminuant, ils ſe courbent en dedans de part & d'autre, ainſi qu'ils font en trauerſant le priſme de criſtal dont il a tantoſt eſté parlé. Et, pour cete cauſe, ces deux ſoleils ont leurs bords peins de rouge, en celuy de leurs coſtés qui eſt vers E, où la glace eſt le plus eſpaiſſe; & de bleu en l'autre, où elle l'eſt moins. Le quatrieſme ſoleil paroiſt par reflexion au point H, & les deux

derniers, auſſy par reflexion, vers G & vers I, par où ie ſuppoſe qu'on peut deſcrire vn cercle dont le centre ſoit au point K, & qui paſſe par B, le centre de la nuë, en ſorte que les angles KGB & KBG, ou BGA, ſont eſgaux ; & de tout de meſme KIB & KBI, ou BIA. Car vous ſçaués que la reflexion ſe fait touſiours par angles eſgaux, & que la glace, eſtant vn cors poli, doit repreſenter le ſoleil en tous les lieux d'où ſes rayons ſe peuuent refleſchir vers l'œil. Mais, pource que les rayons qui vienent tous droits ſont touſiours plus vifs que ceux qui vienent par refraction, & ceux cy encore plus vifs que ceux qui ſont refleſchis, le ſoleil doit paroiſtre plus brillant vers E que vers D ou F, & icy encore plus brillant que vers G ou H ou I ; & ces trois, G, H & I, ne doiuent auoir aucunes couleurs autour de leurs bors, comme les deux D & F, mais ſeulement eſtre blancs. Que | ſi les regardans ne ſont pas vers K, mais quelque part plus auancés vers B, en ſorte que le cercle dont leurs yeux ſont le centre, & qui paſſe par B, ne couppe point la circonference de la nuë, ils ne pourront voir les deux ſoleils G & I, mais ſeulement les quatre autres. Et ſi, au contraire, ils ſont fort reculés vers H, ou au delà, vers C, ils ne pourront voir que les cinq, D, E, F, G & I. Et meſme, eſtant aſſés loin au delà, ils ne ver-



ront que les trois D, E, F, qui ne ſeront plus dans vn cercle blanc, mais comme trauerſés d'vne barre blanche. Comme auſſy, lorſque le ſoleil eſt ſi peu eſleué ſur l'Horizon qu'il ne peut eſclairer la partie de la nuë GHI, ou bien lorſqu'elle n'eſt pas encore formée, il eſt euident qu'on ne doit voir que les trois ſoleils D, E, F.

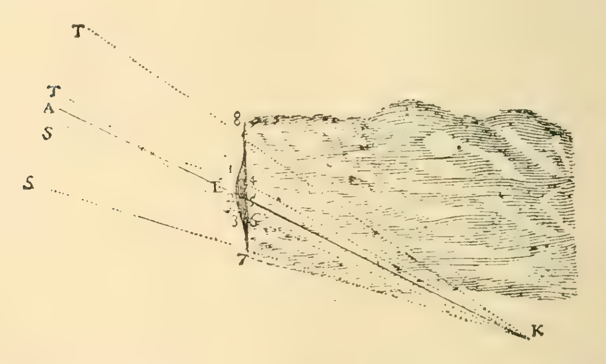
Au reſte, ie ne vous ay, iuſques icy, fait conſiderer que le plan de cete nuë, & il y a encore diuerſes choſes a y remarquer, qui ſe verront mieux en ſon pourfil. Premierement, bien que le ſoleil ne ſoit pas



en la ligne droite qui va d'E vers l'œil K, mais plus haut ou plus bas, il ne doit pas laiſſer de paroiſtre vers là, principalement ſi la glace ne s'y eſtend point trop en hauteur ou profondeur; car alors la ſuperficie de cete glace ſera ſi courbée, qu'en | quelque lieu qu'il ſoit, elle pourra quaſi touſiours renuoyer ſes rayons vers K. Comme, ſi elle a en ſon eſpaiſſeur la figure compriſe entre les lignes 1 2 3 & 4 5 6, il eſt euident que, non ſeulement lorſque le ſoleil ſera en la

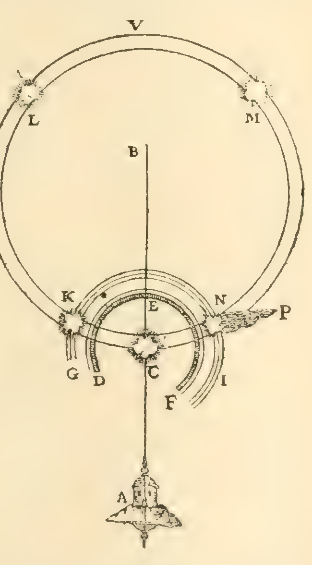
ligne droite A 2, ſes rayons la trauerſant pourront aller vers l'œil K, mais auſſy lors qu'il ſera beaucoup plus bas, comme en la ligne S 1, ou beaucoup plus haut, comme en la ligne T 3, & ainſy le faire touſiours paroiſtre comme s'il eſtoit vers E; car, l'anneau de glace n'eſtant ſuppoſé gueres large, la difference qui eſt entre les lignes 4K, 5 K & 6 K, n'eſt pas conſiderable. Et notés que cela peut faire paroiſtre le ſoleil, aprés meſme qu'il eſt couché, & qu'il peut auſſy reculer ou auancer l'ombre des Horologes, & leur faire marquer vne heure toute autre qu'il ne ſera. Toutefois, ſi le ſoleil eſt beaucoup plus bas qu'il ne paroiſt vers E, en ſorte que ſes rayons | paſſent auſſy en ligne droite, par le deſſous de la glace, iuſques a l'œil K, comme S7K, que ie ſuppoſe parallele a S1, alors, outre les ſix ſoleils precedens, on en verra encore vn ſettieſme au deſſous d'eux, & qui, ayant le plus de lumiere, effacera l'ombre qu'ils pourroient cauſer dans les Horologes. Tout de meſme, s'il eſt ſi haut que ſes rayons puiſſent paſſer en ligne droite vers K par le deſſus de la glace, comme T 8 K, qui eſt parallele a T 3, & que la nuë interpoſée ne ſoit point ſi opaque qu'elle les en empeſche, on pourra voir vn ſettieſme ſoleil au deſſus des ſix autres. Que ſi la glace 1 2 3, 4 5 6 s'eſtend plus haut & plus bas, comme iuſques aux poins 8 & 7, le ſoleil eſtant vers A, on en pourra voir trois l'vn ſur l'autre vers E, a ſçauoir aux poins 8, 5 & 7; & lors on en pourra auſſy voir trois l'vn ſur l'autre vers D, & trois vers F, en ſorte qu'il en paroiſtra iuſques a douze, enchaſſés dans le cercle blanc DEFGHI. Et le ſoleil eſtant vn peu plus bas

que vers S, ou plus haut que vers T, il en pourra derechef paroiſtre trois vers E, a ſçauoir deux dans le cercle blanc, & vn autre au deſſous, ou au deſſus ; & lors il en pourra encore paroiſtre deux vers D, & deux vers F. Mais ie ne ſçache point que iamais on en ait tant obſerué, tout a la fois ; ny meſme que, lorſqu'on en a vû trois l'vn ſur l'autre, comme il eſt arriué pluſieurs fois, on en ait remarqué quelques autres a leurs coſtés ; ou bien que, lorſqu'on en a vû trois coſte a coſte, comme il eſt auſſy arriué pluſieurs fois, on en ait remarqué quelques autres au deſſus, ou au deſſous. Dont, ſans doute, la raiſon eſt que la largeur

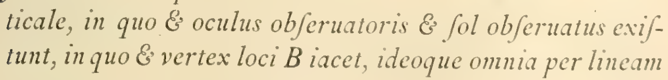


de la glace, marquée entre les points 7 & 8, n'a d'ordinaire aucune proportion auec la|grandeur du circuit de toute la nuë : en ſorte que l'œil doit eſtre fort proche du point E, lorſque cete largeur luy paroiſt aſſés grande pour y diſtinguer trois ſoleils l'vn ſur l'autre ; & au contraire fort eſloigné, affin que les rayons qui ſe courbent vers D & vers F, où ſe diminue le plus l'eſpaiſſeur de la glace, puiſſent paruenir iuſques a luy.

Et il arriue rarement que la nuë ſoit ſi entiere, qu'on en voye plus de trois en meſme tems. Toutefois, on dit qu'en l'an 1625 le roy de Polongne en vit iuſques a ſix. Et il n'y a que trois ans que le Mathematicien de Tubinge obſerua les quatre deſignés icy[a] par les lettres D, E, F, H; meſme il remarque particulierement, en ce qu'il en a eſcrit, que les deux D & F eſtoient rouges vers celuy du milieu E, qu'il nomme le vray ſoleil, & bleus de l'autre coſté; & que le quatrieſme H eſtoit fort pale, & ne pa|roiſſoit que fort peu. Ce qui confirme fort ce que i'ay dit. Mais l'obſeruation la plus belle & la plus remarquable, que i'aye veu en cete matiere, eſt celle des 5 ſoleils, qui parurent a Rome en l'an 1629, le 20 de Mars, ſur les 2 ou 3 heures aprés midy; & affin que vous puiſſiés voir ſi elle s'accorde auec mon diſcours, ie la veux mettre icy aux meſmes termes qu'elle fut dés lors diuulguée :



A obſeruator Romanus. B vertex loco obſeruatoris incumbens. C ſol verus obſeruatus. A B planum verticale, in quo & oculus obſeruatoris & ſol obſeruatus exiſtunt, in quo & vertex loci B iacet, ideoque omnia per lineam

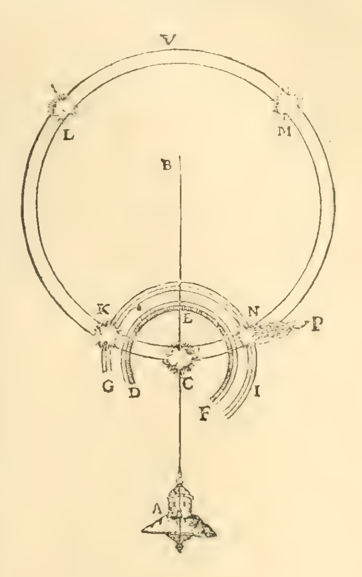


a. Figure page 355 ou 357.

verticalem AB repræſentantur : in hanc enim totum planum verticale procumbit. Circa ſolem C apparuere duæ incompletæ Irides eidem homocentricæ, diuerſicolores, quarum minor ſiue interior DEF plenior & perfectior fuit, curta tamen ſiue | aperta a D ad F, & in perpetuo conatu ſeſe claudendi ſtabat & quandoque claudebat, ſed mox denuo aperiebat. Altera, ſed debilis ſemper & vix conſpicabilis, fuit GHI, exterior & ſecundaria, variegata tamen & ipſa ſuis coloribus, ſed admodum inſtabilis. Tertia, & vnicolor, eaque valde magna Iris, fuit KLMN, tota alba; quales ſæpe viſuntur in paraſelenis circa lunam : hæc fuit arcus excentricus, integer ab initio, ſolis per medium incedens, circa finem tamen ab M verſus N debilis & lacer, imo quaſi nullus. Cæterùm, in communibus circuli huius interſectionibus cum Iride exteriore GHI, emerſerunt duo parhelia non vſque adeo perfecta, N & K, quorum hoc debilius, illud autem fortius & luculentius ſplendeſcebat; amborum medius nitor æmulabatur ſolarem, ſed latera coloribus Iridis pingebantur; neque rotundi ac præciſi, ſed inæquales & lacunoſi, ipſorum ambitus cernebantur. N, inquietum ſpectrum, eiaculabatur caudam ſpiſſam ſubigneam NOP, cum iugi reciprocatione. L & M fuere trans Zenith B, prioribus minus viuaces, ſed rotundiores & albi, inſtar circuli ſui cui inhærebant, lac ſeu argentum purum exprimentes, quanquam M mediâ tertiâ iam prope diſparuerat; nec niſi exigua ſui veſtigia ſubinde præbuit, quippe & circulus ex illâ parte defecerat. Sol N defecit ante ſolem K, illoque deficiente roborabatur K, qui omnium vltimus diſparuit, &c.

CKLMN eſtoit vn cercle blanc dans lequel ſe

voyoient cinq ſoleils, & il faut imaginer que, le ſpectateur eſtant vers A, ce cercle eſtoit pendant en l'air au deſſus de luy, en ſorte que le point B reſpondoit au ſommet de ſa teſte, & que les deux ſoleils L & M eſtoient derriere ſes eſpaules, lorſqu'il eſtoit tourné vers les trois | autres K, C, N, dont les deux K & N eſtoient colorés en leurs bors, & n'eſtoient ny ſi ronds, ny ſi brillans, que celuy qui eſtoit vers C : ce qui monſtre qu'ils eſtoient cauſés par refraction; au lieu que les deux L & M eſtoient aſſés ronds, mais moins brillans, & tous blancs, ſans meſlange d'aucune autre couleur en leurs bors : ce qui monſtre qu'ils eſtoient cauſés par reflexion. Et pluſieurs choſes ont pû empeſcher qu'il n'ait paru encore vn ſixieſme ſoleil vers V; dont la plus vrayſemblable eſt que l'œil en eſtoit ſi proche, a raiſon de la hauteur de la nuë, que tous les rayons qui donnoient ſur la glace, vers là, ſe refleſchiſſoient plus loin que le point A. Et encore que le point B ne ſoit pas icy repreſenté ſi proche des ſoleils L & M que du centre de la nuë, cela n'empeſche pas que la reigle que i'ay tantoſt dite, touchant le lieu où ils doiuent paroiſtre, n'y fuſt obſeruée. Car

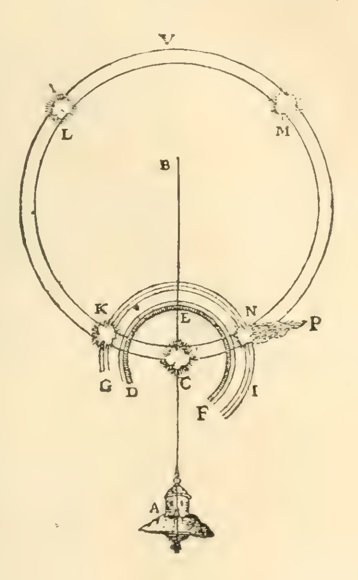


le ſpectateur, | eſtant plus proche de l'arc LVM que des autres parties du cercle, l'a deu iuger plus grand, a comparaiſon d'elles, qu'il n'eſtoit; outre que, ſans doute, ces nuës ne ſont iamais extremement rondes, bien qu'elles paroiſſent a l'œil eſtre telles.

Mais il y a encore icy deux choſes aſſés remarquables. La premiere eſt que le ſoleil N, qui eſtoit vers le couchant, ayant vne figure changeante & incertaine, iettoit hors de ſoy comme vne groſſe queuë de feu NOP, qui paroiſſoit tantoſt plus longue, tantoſt plus courte. Ce qui n'eſtoit ſans doute autre choſe, ſinon que l'image du ſoleil eſtoit ainſi contrefaite & irreguliere vers N, comme on la voit ſouuent lorſqu'elle nage dans vne eau vn peu tremblante, ou qu'on la regarde au trauers d'vne vitre dont les ſuperficies ſont inesgales. Car la glace eſtoit vrayſemblablement vn peu agitée en cet endroit là, & n'y auoit pas ſes ſuperficies ſi regulieres, pource qu'elle y commençoit a ſe diſſoudre, ainſi qu'il ſe prouue de ce que le cercle blanc eſtoit rompu, & comme nul entre M & N, & que le ſoleil N diſparut auant le ſoleil K, qui ſembloit ſe fortifier a meſure que l'autre ſe diſſipoit.

La ſeconde choſe qui reſte icy a remarquer, eſt qu'il y auoit deux couronnes autour du ſoleil C, peintes des meſmes couleurs que l'arc-en-ciel, & dont l'interieure DEF eſtoit beaucoup plus viue & plus apparente que l'exterieure GHI, en ſorte que ie ne doute point qu'elles ne fuſſent cauſées, en la façon que i'ay tantoſt dite, par la refraction qui ſe faiſoit, non en cete glace continuë où ſe voyoient les ſoleils K & N, mais en d'autre, diuiſée en pluſieurs petites parcelles,

qui ſe trouuoit au deſſus | & au deſſous. Car il eſt bien vrayſemblable que la meſme cauſe, qui auoit pû compoſer tout vn cercle de glace de quelques vnes des parties exterieures de la nuë, auoit diſpoſé les autres voyſines a faire paroiſtre ces couronnes. De façon que, ſi on n'en obſerue pas touſiours de telles, lors qu'on voit pluſieurs ſoleils, c'eſt que l'eſpaiſſeur de la nuë ne s'eſtend pas touſiours au delà du cercle de glace qui l'enuironne; ou bien qu'elle eſt ſi opaque & obſcure, qu'on ne les apperçoit pas au trauers. Pour le lieu où ſe voyent ces couronnes, c'eſt touſiours autour du vray ſoleil, & elles n'ont aucune coniunction auec ceux qui ne ſont que paroiſtre; car, bien que les deux K & N ſe rencontrent icy en l'interſection de l'exterieure & du cercle blanc, c'eſt choſe qui n'eſt arriuée que par hazard, & ie m'aſſure que le meſme ne ſe vit point aux lieux vn peu loin de Rome, où ce meſme | Phainomene fut remarqué. Mais ie ne iuge pas pour cela que leur centre ſoit touſiours en la ligne droite tirée de l'œil vers le ſoleil, ſi preciſement qu'y eſt celuy de l'arc-en-ciel; car il y a cela de difference, que les gouttes d'eau, eſtant rondes, cauſent touſiours



meſme refraction en quelque ſituation qu'elles ſoient; au lieu que les parcelles de glace, eſtant plates, la cauſent d'autant plus grande qu'elles ſont regardées plus obliquement. Et pource que, lorſqu'elles ſe forment par le tournoyement d'vn vent ſur la circonference d'vne nuë, elles y doiuent eſtre couchées en autre ſens que lorſqu'elles ſe forment au deſſus ou au deſſous, il peut arriuer qu'on voye enſemble deux couronnes, l'vne dans l'autre, qui ſoient a peu prés de meſme grandeur, & qui n'ayent pas iuſtement le meſme centre.

De plus, il peut arriuer qu'outre les vens qui enuironnent cete nuë, il en pâſſe quelqu'vn par deſſus ou par deſſous, qui derechef y formant quelque ſuperficie de glace, cauſe d'autres varietés en ce Phainomene; comme peuuent encore faire les nuës d'alentour, ou la pluie, s'il y en tombe. Car les rayons, ſe refleſchiſſant de la glace d'vne de ces nuës vers ces gouttes, y repreſenteront des parties d'arc-en-ciel, dont les ſituations ſeront fort diuerſes. Comme auſſy les ſpectateurs, n'eſtant pas au deſſous d'vne telle nuë, mais a coſté entre pluſieurs, peuuent voir d'autres cercles & d'autres ſoleils. De quoy ie ne croy pas qu'il ſoit beſoin que ie vous entretiene dauantage; car i'eſpere que ceux qui auront compris tout ce qui | a eſté dit en ce traité, ne verront rien dans les nuës a l'auenir, dont ils ne puiſſent ayſement entendre la cauſe, ny qui leur donne ſuiet d'admiration.

FIN.

LA GEOMETRIE

Aduertiſſement.

Iuſques icy i'ay taſché de me rendre intelligible a tout le monde; mais, pour ce traité, ie crains qu'il ne pourra eſtre leu que par ceux qui ſçauent deſia ce qui eſt dans les liures de Geometrie : car, d'autant qu'ils contienent pluſieurs verités fort bien demonſtrées, i'ay creu qu'il ſeroit ſuperflus de les repeter, & n'ay pas laiſſé, pour cela, de m'en ſeruir.

LA GEOMETRIE

LIVRE PREMIER.

Des problesmes qu'on peut conſtruire ſans y employer que des cercles & des lignes droites.

Tous les Problesmes de Geometrie ſe peuuent facilement reduire a tels termes, qu'il n'eſt beſoin, par aprés, que de connoiſtre la longeur de quelques lignes droites, pour les conſtruire.

Comment le calcul d'Arithmetique ſe rapporte aux operations de Geometrie.

Et comme toute l'Arithmetique n'eſt compoſée que de quatre ou cinq operations, qui ſont : l'Addition, la Souſtraction, la Multiplication, la Diuiſion, & l'Extraction des racines, qu'on peut prendre pour vne eſpece de Diuiſion *; ainſi n'a-t-on autre choſe a faire, en Geometrie, touchant les lignes qu'on cherche, pour les preparer a eſtre connuës, que leur en adiouſter d'autres, ou en oſter; ou bien, en ayant vne

* *Nous indiquons, par des étoiles, les endroits auxquels se rapportent les commentaires de Schooten dans ses éditions latines de la* Geometrie (1649 et 1659). *La lettre de renvoi correspondante est, pour cette page,* A.

que ie nommeray l'vnité* pour la rapporter d'autant mieux aux nombres, & qui peut ordinairement eſtre priſe a diſcretion*, puis en ayant encore deux autres, en trouuer vne quatrieſme, qui ſoit a l'vne de ces deux comme l'autre eſt a l'vnité, ce qui eſt le meſme que la Multiplication*; ou bien en trouuer vne quatrieſme, qui ſoit a l'vne de ces deux comme l'vnité | eſt a l'autre, ce qui eſt le meſme que la Diuiſion*; ou enfin trouuer vne, ou deux, ou pluſieurs moyennes proportionnelles entre l'vnité & quelque autre ligne, ce qui eſt le meſme que tirer la racine quarrée, ou cubique, &c. Et ie ne craindray pas d'introduire ces termes d'Arithmetique en la Geometrie, affin de me rendre plus intelligible.

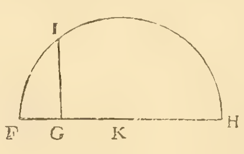
La Multiplication

Soit, par exemple, AB l'vnité, & qu'il faille multiplier BD par BC; ie n'ay qu'a ioindre les poins A & C, puis tirer DE parallele a CA, & BE eſt le produit de cete Multiplication.

La Diuiſion.

Ou bien, s'il faut diuiſer BE par BD, ayant ioint les poins E & D, ie tire AC parallele a DE, & BC eſt le produit de cete Diuiſion.

L'Extraction de la racine quarrée.



Ou, s'il faut tirer la racine quarrée de GH, ie luy adiouſte en ligne droite FG, qui eſt l'vnité, & diuiſant FH en deux parties eſgales au point K, du centre K ie tire le cercle FIH; puis, eſleuant du point G vne ligne droite iuſques a I a angles droits ſur FH, c'eſt

* B. — C. — D. — E.

GI, la racine cherchée. Ie ne dis rien icy de la racine cubique ny des autres, a cause que i'en parleray plus commodement cy aprés.

Comment on peut vser de chiffres en Geometrie.

Mais souuent on n'a pas besoin de tracer ainsi ces li|gnes sur le papier, & il suffist de les designer par quelques lettres, chascune par vne seule. Comme, pour adiouster la ligne BD a GH, ie nomme l'vne a & l'autre b, & escris $a+b$; et $a-b$, pour soustraire b d'a; et ab, pour les multiplier l'vne par l'autre; et $\frac{a}{b}$, pour diuiser a par b; et aa ou a^2, pour multiplier a par soy mesme; et a^3, pour le multiplier encore vne fois par a, & ainsi a l'infini; et $\sqrt{a^2+b^2}$, pour tirer la racine quarrée d'a^2+b^2; et $\sqrt{C.\,a^3-b^3+abb}$, pour tirer la racine cubique d'a^3-b^3+abb, & ainsi des autres.

Où il est a remarquer que, par a^2 ou b^3 ou semblables, ie ne conçoy ordinairement que des lignes toutes simples, encore que, pour me seruir des noms vsités en l'Algebre, ie les nomme des quarrés, ou des cubes, &c.

Il est aussy a remarquer que toutes les parties d'vne mesme ligne se doiuent ordinairement exprimer par autant de dimensions l'vne que l'autre, lorsque l'vnité n'est point determinée en la question : comme icy a^3 en contient autant qu'abb ou b^3, dont se compose la ligne que i'ay nommée $\sqrt{C.\,a^3-b^3+abb}$; mais que ce n'est pas de mesme lorsque l'vnité est determinée, a cause qu'elle peut estre sousentendue partout où il y a trop ou trop peu de dimensions; comme, s'il faut tirer la racine cubique de $aabb-b$, il faut penser que la quantité $aabb$ est diuisée vne fois par l'vnité, & que

l'autre quantité *b* eſt multipliée deux fois par la meſme [a]*.

| Au reſte, affin de ne pas manquer a ſe ſouuenir des noms de ces lignes, il en faut touſiours faire vn regiſtre ſeparé, a meſure qu'on les poſe ou qu'on les change, eſcriuant par exemple :

AB ∞ 1, c'eſt a dire : AB eſgal a 1.
GH ∞ *a*,
BD ∞ *b*, &c.

Comment il faut venir aux Equations qui ſeruent a reſoudre les probleſmes.

Ainſi, voulant reſoudre quelque probleſme, on doit d'abord le conſiderer comme deſia fait, & donner des noms a toutes les lignes qui ſemblent neceſſaires pour le conſtruire, auſſy bien a celles qui ſont inconnuës qu'aux autres. Puis, ſans conſiderer aucune difference entre ces lignes connuës & inconnuës, on doit parcourir la difficulté ſelon l'ordre qui monſtre, le plus naturellement de tous, en quelle ſorte elles dependent mutuellement les vnes des autres, iuſques a ce qu'on ait trouué moyen d'exprimer vne meſme quantité en deux façons : ce qui ſe nomme vne Equation, car les termes de l'vne de ces deux façons ſont eſgaux a ceux de l'autre. Et on doit trouuer autant de telles Equations qu'on a ſuppoſé de lignes qui eſtoient inconnuës*. Ou bien, s'il ne s'en trouue pas tant, & que, nonobſtant, on n'omette rien de ce qui eſt deſiré en la queſtion, cela teſmoigne qu'elle n'eſt pas entierement determinée; et lors, on peut prendre a diſcretion des

* F. — G.

a. *Sous-entendez* vnité.

lignes connuës, pour toutes les inconnuës aufquelles ne correfpond aucune Equation*. Aprés cela, s'il en refte encore plufieurs, il fe faut feruir par ordre de chafcune des Equations qui reftent auffy, foit en la confiderant toute feule, foit en la comparant auec les autres, pour expliquer chafcune de ces lignes inconnuës*, & faire | ainfi, en les demeflant, qu'il n'en demeure qu'vne feule, efgale a quelque autre qui foit connuë, ou bien dont le quarré, ou le cube, ou le quarré de quarré, ou le furfolide, ou le quarré de cube, &c., foit efgal a ce qui fe produift par l'addition, ou fouftraction, de deux ou plufieurs autres quantités, dont l'vne foit connuë, & les autres foient compofées de quelques moyennes proportionnelles entre l'vnité & ce quarré, ou cube, ou quarré de quarré, &c., multipliées par d'autres connuës. Ce que i'efcris en cete forte :

$$z \infty b,$$
ou $$z^2 \infty -az+bb,$$
ou $$z^3 \infty +az^2+bbz-c^3,$$
ou $$z^4 \infty^{[a]} az^3-c^3z+d^4,$$
&c.*

C'eft a dire : z, que ie prens pour la quantité inconnuë, eft efgale a b; ou le quarré de z eft efgal au quarré de b, moins a multiplié par z; ou le cube de z eft efgal a a multiplié par le quarré de z, plus le quarré de b multiplié par z, moins le cube de c; & ainfi des autres.

Et on peut toufiours reduire ainfi toutes les quan-

* GG (1659). — GGG (1659). — H.

a. $z^4 \infty + a\,z^3 + b^2\,z^2 - c^3\,z + d^4$ (*Schooten*).

tités inconnuës a vne ſeule, lorſque le Probleſme ſe peut conſtruire par des cercles & des lignes droites, ou auſſy par des ſections coniques, ou meſme par quelque autre ligne qui ne ſoit que d'vn ou deux degrés plus compoſée. Mais ie ne m'areſte point a expliquer cecy plus en detail, a cauſe que ie vous oſterois le plaiſir de l'apprendre de vous meſme, & l'vtilité de cultiuer voſtre eſprit en vous y exerçant, qui eſt, a mon auis, la principale qu'on puiſſe | tirer de cete ſcience. Auſſy que ie n'y remarque rien de ſi difficile, que ceux qui ſeront vn peu verſés en la Geometrie commune & en l'Algebre, & qui prendront garde a tout ce qui eſt en ce traité, ne puiſſent trouuer.

C'eſt pourquoy ie me contenteray icy de vous auertir que, pouruû qu'en demeſlant ces Equations on ne manque point a ſe ſeruir de toutes les diuiſions qui ſeront poſſibles *, on aura infalliblement les plus ſimples termes auſquels la queſtion puiſſe eſtre reduite.

Quels ſont les probleſmes plans.

Et que, ſi elle peut eſtre reſolue par la Geometrie ordinaire, c'eſt a dire en ne ſe ſeruant que de lignes droites & circulaires tracées ſur vne ſuperficie plate, lorſque la derniere Equation aura eſté entierement demeſlée, il n'y reſtera, tout au plus, qu'vn quarré inconnu eſgal a ce qui ſe produiſt de l'addition, ou ſouſtraction, de ſa racine multipliée par quelque quantité connue, & de quelque autre quantité auſſy connue.

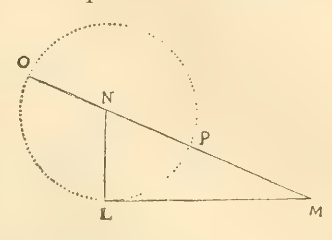
Comment ils ſe reſoluent.

Et lors cete racine, ou ligne inconnue, ſe trouue ayſement. Car, ſi i'ay, par exemple :

$$z^2 \propto az + bb.$$

* 1.

ie fais le triangle rectangle NLM, dont le costé LM est esgal a b, racine quarrée de la quantité connue bb, & l'autre, LN, est $\frac{1}{2}a$, la moitié de l'autre quantité connue, qui estoit multipliée par z, que ie suppose estre la ligne inconnue. Puis, prolongeant MN, la baze de ce triangle, iusques a O, en sorte qu'NO soit esgale a NL, la toute OM est z, la ligne cherchée[a]. Et elle s'exprime en cete sorte :



$$z \infty \tfrac{1}{2}a + \sqrt{\tfrac{1}{4}aa + bb}.^{*}$$

Que si i'ay

$$yy \infty -ay + bb,$$

& qu'y soit la quantité qu'il faut trouuer, ie fais le mesme triangle rectangle NLM, & de sa baze MN i'oste NP esgale a NL, & le reste PM est y, la racine cherchée. De façon que i'ay

$$y \infty -\tfrac{1}{2}a + \sqrt{\tfrac{1}{4}aa + bb}.^{*}$$

Et tout de mesme, si i'auois

$$x^4 \infty -ax^2 + b^2,$$

PM seroit x^2, & i'aurois

$$x \infty \sqrt{-\tfrac{1}{2}a + \sqrt{\tfrac{1}{4}aa + bb}};^{*}$$

& ainsi des autres.

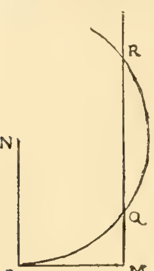
* K. — L. — M.

a. On voit qu'en tout ce passage, Descartes ne reconnait nullement les racines négatives des équations.

Enfin ſi i'ay

$$z^2 \infty az - bb,$$

ie fais NL eſgale a $\frac{1}{2}a$, & LM eſgale a b, comme deuant; puis, au lieu de ioindre les poins M, N, ie tire MQR parallele a LN, & du centre N, par L, ayant deſcrit vn cercle qui la couppe aux poins Q & R, la ligne cherchée z eſt MQ, ou bien MR, car en ce cas elle s'exprime en deux façons, a ſçauoir



$$z \infty \frac{1}{2}a + \sqrt{\frac{1}{4}aa - bb},$$
$$\& \ z \infty \frac{1}{2}a - \sqrt{\frac{1}{4}aa - bb}.$$

Et ſi le cercle qui, ayant ſon centre au point N, paſſe par le point L, ne couppe ny ne touche la ligne droite MQR, il n'y a aucune racine en l'Equation, de façon qu'on peut aſſurer que la conſtruction du probleſme propoſé eſt impoſſible*.

|Au reſte, ces meſmes racines ſe peuuent trouuer par vne infinité d'autres moyens, & i'ay ſeulement voulu mettre ceux cy, comme fort ſimples, affin de faire voir qu'on peut conſtruire tous les Probleſmes de la Geometrie ordinaire, ſans faire autre choſe que le peu qui eſt compris dans les quatre figures que i'ay expliquées. Ce que ie ne croy pas que les anciens ayent remarqué; car, autrement, ils n'euſſent pas pris la peine d'en eſcrire tant de gros liures, où le ſeul ordre de leurs propoſitions nous fait connoiſtre qu'ils n'ont point eu la vraye methode pour les trouuer toutes, mais qu'ils ont ſeulement ramaſſé celles qu'ils ont rencontrées.

* N.

Exemple tiré de Pappus.

Et on le peut voir auſſy fort clairement de ce que Pappus a mis au commencement de ſon ſeptieſme liure, où, aprés s'eſtre areſté quelque tems a denombrer tout ce qui auoit eſté eſcrit en Geometrie par ceux qui l'auoient precedé, il parle enfin d'vne queſtion qu'il dit que ny Euclide, ny Apollonius, ny aucun autre, n'auoient ſceu entierement reſoudre; & voycy ſes mots[a] :

Ie cite plutoſt la verſion latine que le texte grec, affin que chaſcun l'entende plus ayſement.

Quem autem dicit (Apollonius) in tertio libro locum ad tres & quatuor lineas ab Euclide perfectum non eſſe, neque ipſe perficere poterat, neque aliquis alius; ſed neque paululum quid addere iis quæ Euclides ſcripſit, per ea tantum conica quæ vſque ad Euclidis tempora præmonſtrata ſunt, &c.

Et, vn peu aprés, il explique ainſi quelle eſt cete queſtion :

At locus ad tres & quatuor lineas, in quo (Apollonius) magnifice ſe iactat & oſtentat, nulla habita gratia ei qui prius ſcripſerat, eſt huiuſmodi. Si, poſitione datis tribus |rectis lineis, ab vno & eodem puncto ad tres lineas in datis angulis rectæ lineæ ducantur, & data ſit proportio rectanguli contenti duabus ductis ad quadratum reliquæ, punctum contingit poſitione datum ſolidum locum, hoc eſt vnam ex tribus conicis ſectionibus. Et, ſi ad quatuor rectas

a. Voir, à la fin du volume, la Note I, où est donnée la traduction de ce passage latin et où il est commenté. Descartes reproduit le texte de la version, parfois inexacte, de Commandin : *Pappi Alexandrini mathematicæ collectiones a Federico Commandino Vrbinate in latinum conversæ et commentariis illustratæ.* — Pisauri, apud Hieronymum Concordiam, 1588 (1602). — Venetiis, apud Franciscum de Franciscis Senensem, 1589. — Même édition sous trois tirages différents.

lineas poſitione datas in datis angulis lineæ ducantur, & rectanguli duabus ductis contenti ad contentum duabus reliquis proportio data ſit, ſimiliter punctum datam coni ſectionem poſitione continget. Siquidem igitur ad duas tantum, locus planus oſtenſus eſt. Quod ſi ad plures quam quatuor, punctum continget locos non adhuc cognitos, ſed lineas tantum dictas; quales autem ſint, vel quam habeant proprietatem, non conſtat : earum vnam, neque primam, & quæ manifeſtiſſima videtur, compoſuerunt oſtendentes vtilem eſſe. Propoſitiones autem ipſarum hæ ſunt :

Si ab aliquo puncto, ad poſitione datas rectas lineas quinque, ducantur rectæ lineæ in datis angulis, & data ſit proportio ſolidi parallelepipedi rectanguli, quod tribus ductis lineis continetur, ad ſolidum parallelepipedum rectangulum, quod continetur reliquis duabus & data quapiam linea, punctum poſitione datam lineam continget. Si autem ad ſex, & data ſit proportio ſolidi tribus lineis contenti ad ſolidum quod tribus reliquis continetur, rurſus punctum continget poſitione datam lineam. Quod ſi ad plures quam ſex, non adhuc habent dicere an data ſit proportio cuiuſpiam contenti quatuor lineis ad id quod reliquis continetur, quoniam non eſt aliquid contentum pluribus quam tribus dimenſionibus.

Où ie vous prie de remarquer, en paſſant, que le ſcrupule que faiſoient les anciens d'vſer des termes de l'Arithmetique en la Geometrie, qui ne pouuoit proceder | que de ce qu'ils ne voyoient pas aſſés clairement leur rapport, cauſoit beaucoup d'obſcurité & d'embaras en la façon dont ils s'expliquoient : car Pappus pourſuit en cete ſorte :

Acquieſcunt autem his qui paulo ante talia interpretati

ſunt, neque vnum aliquo pacto comprehenſibile ſignificantes quod his continetur. Licebit autem per coniunctas proportiones hæc & dicere & demonſtrare vniuerſe in dictis proportionibus, atque his in hunc modum. Si ab aliquo puncto, ad poſitione datas rectas lineas, ducantur rectæ lineæ in datis angulis, & data ſit proportio coniuncta ex ea quam habet vna ductarum ad vnam, & altera ad alteram, & alia ad aliam, & reliqua ad datam lineam, ſi ſint ſeptem : ſi vero octo, & reliqua ad reliquam : punctum continget poſitione datas lineas. Et ſimiliter, quotcumque ſint impares vel pares multitudine, cum hæc, vt dixi, loco ad quatuor lineas reſpondeant, nullum igitur poſuerunt ita vt linea nota ſit, &c.

La queſtion donc, qui auoit eſté commencée a reſoudre par Euclide & pourſuiuie par Apollonius, ſans auoir eſté acheuée par perſonne, eſtoit telle. Ayant trois, ou quatre, ou plus grand nombre de lignes droites données par poſition, premierement, on demande vn point duquel on puiſſe tirer autant d'autres lignes droites, vne ſur chaſcune des données, qui facent auec elles des angles donnés ; & que le rectangle contenu en deux de celles qui ſeront ainſi tirées d'vn meſme point, ait la proportion donnée auec le quarré de la troiſieſme, s'il n'y en a que trois ; ou bien auec le rectangle des deux autres, s'il y en a quatre. Ou bien, s'il y en a cinq, que le parallelepipede compoſé de trois ait la proportion donnée auec le paral|lelepipede compoſé des deux qui reſtent, & d'vne autre ligne donnée. Ou, s'il y en a ſix, que le parallelepipede compoſé de trois ait la proportion donnée

auec le parallelepipede des trois autres. Ou, s'il y en a ſept, que ce qui ſe produiſt lorſqu'on en multiplie quatre l'vne par l'autre, ait la raiſon donnée auec ce qui ſe produiſt par la multiplication des trois autres, & encore d'vne autre ligne donnée. Ou, s'il y en a huit, que le produit de la multiplication de quatre ait la proportion donnée auec le produit des quatre autres. Et ainſi cete queſtion ſe peut eſtendre a tout autre nombre de lignes. Puis, a cauſe qu'il y a touſiours vne infinité de diuers poins qui peuuent ſatisfaire a ce qui eſt icy demandé, il eſt auſſy requis de connoiſtre & de tracer la ligne dans laquelle ils doiuent tous ſe trouuer; & Pappus dit que, lorſqu'il n'y a que trois ou quatre lignes droites données, c'eſt en vne des trois ſections coniques; mais il n'entreprend point de la determiner, ny de la deſcrire, non plus que d'expliquer celles où tous ces poins ſe doiuent trouuer, lorſque la queſtion eſt propoſée en vn plus grand nombre de lignes. Seulement, il aiouſte que les anciens en auoient imaginé vne qu'ils monſtroient y eſtre vtile, mais qui ſembloit la plus manifeſte, & qui n'eſtoit pas toutefois la premiere. Ce qui m'a donné occaſion d'eſſayer ſi, par la methode dont ie me ſers, on peut aller auſſy loin qu'ils ont eſté.

Reſponſe a la queſtion de Pappus.

Et, premierement, i'ay connu que, cete queſtion n'eſtant propoſée qu'en trois, ou quatre, ou cinq lignes, on peut touſiours trouuer les poins cherchés par la Geometrie ſimple, c'eſt a dire en ne ſe ſeruant que de la reigle & du | compas, ny ne faiſant autre choſe que ce qui a deſia eſté dit : excepté ſeulement, lorſqu'il y a cinq lignes données, ſi elles ſont toutes

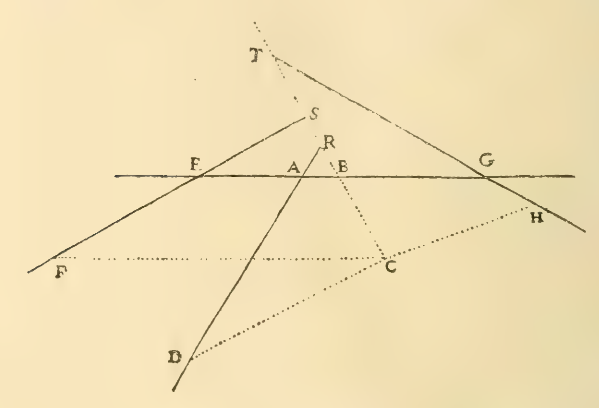
paralleles. Auquel cas, comme auſſy lorſque la queſtion eſt propoſée en ſix ou 7 ou 8 ou 9 lignes, on peut touſiours trouuer les poins cherchés par la Geometrie des ſolides, c'eſt a dire en y employant quelqu'vne des trois ſections coniques : excepté ſeulement, lorſqu'il y a neuf lignes données, ſi elles ſont toutes paralleles. Auquel cas, de rechef, & encore en 10, 11, 12 ou 13 lignes, on peut trouuer les poins cherchés par le moyen d'vne ligne courbe qui ſoit d'vn degré plus compoſée que les ſections coniques : excepté en treize, ſi elles ſont toutes paralleles. Auquel cas, & en quatorze, 15, 16 & 17, il y faudra employer vne ligne courbe encore d'vn degré plus compoſée que la precedente : & ainſi a l'infini.

Puis i'ay trouué auſſy que, lorſqu'il n'y a que trois ou quatre lignes données, les poins cherchés ſe rencontrent tous, non ſeulement en l'vne des trois ſections coniques, mais quelquefois auſſy en la circonference d'vn cercle ou en vne ligne droite. Et que, lorſqu'il y en a cinq ou ſix ou ſept ou huit, tous ces poins ſe rencontrent en quelqu'vne des lignes qui ſont d'vn degré plus compoſées que les ſections coniques, & il eſt impoſſible d'en imaginer aucune qui ne ſoit vtile a cete queſtion; mais ils peuuent auſſy, de rechef, ſe rencontrer en vne ſection conique, ou en vn cercle, ou en vne ligne droite, & s'il y en a neuf ou 10 ou 11 ou 12, ces poins ſe rencontrent en vne ligne qui ne peut eſtre que d'vn degré plus compoſée que les precedentes; mais toutes celles | qui ſont d'vn degré plus compoſées y peuuent ſeruir; & ainſi a l'infini.

Au reſte, la premiere & la plus ſimple de toutes,

aprés les ſections coniques, eſt celle qu'on peut deſcrire par l'interſection d'vne Parabole & d'vne ligne droite, en la façon qui ſera tantoſt expliquée. En ſorte que ie penſe auoir entierement ſatisfait a ce que Pappus nous dit auoir eſté cherché en cecy par les anciens; & ie taſcheray d'en mettre la demonſtration en peu de mots : car il m'ennuie deſia d'en tant eſcrire.

Soient AB, AD, EF, GH, &c., pluſieurs lignes



données par poſition, & qu'il faille trouuer vn point, comme C, duquel ayant tiré d'autres lignes droites ſur les données, comme CB, CD, CF & CH, en ſorte que les angles CBA, CDA, CFE, CHG, &c., ſoient donnés,| & que ce qui eſt produit par la multiplication d'vne partie de ces lignes ſoit eſgal a ce qui eſt produit par la multiplication des autres, ou bien qu'ils ayent quelque autre proportion donnée : car cela ne rend point la queſtion plus difficile.

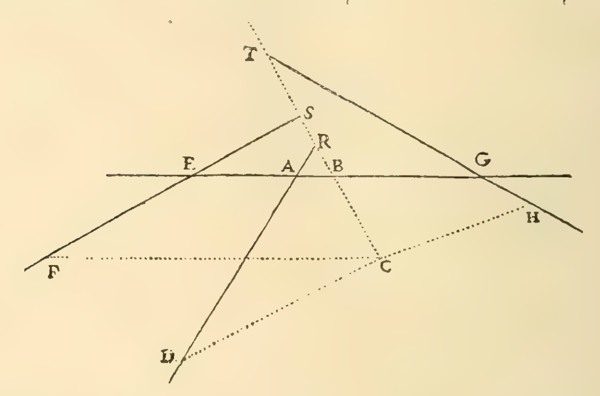
Comment on doit poſer les termes pour

Premierement, ie ſuppoſe la choſe comme deſia faite &, pour me demeſler de la confuſion de toutes

venir a l'Equation en cet exemple.

ces lignes, ie confidere l'vne des données & l'vne de celles qu'il faut trouuer, par exemple AB & CB, comme les principales & aufquelles ie tafche de rapporter ainfi toutes les autres. Que le fegment de la ligne AB, qui eft entre les poins A & B, foit nommé x, & que BC foit nommé y; & que toutes les autres lignes données foient prolongées iufques a ce qu'elles couppent ces deux, auffy prolongées, s'il eft befoin & fi elles ne leur font point paralleles : comme vous voyés icy, qu'elles couppent la ligne AB aux poins A, E, G, & BC aux poins R, S, T. Puis, a caufe que tous les angles du triangle ARB font donnés, la proportion qui eft entre les coftés AB & BR eft auffy donnée, & ie la pofe comme de z a b; de façon qu'AB eftant x, RB fera $\frac{bx}{z}$, & la toute CR fera $y + \frac{bx}{z}$, a caufe que le point B tombe entre C & R; car, fi R tomboit entre C & B, CR feroit $y - \frac{bx}{z}$, & fi C tomboit entre B & R, CR feroit $-y + \frac{bx}{z}$. Tout de mefme, les trois angles du triangle DRC font donnés, & par confequent auffy la proportion qui eft entre les coftés CR & CD, que ie pofe comme de z a c : de façon que, CR eftant $y + \frac{bx}{z}$, | CD fera $\frac{cy}{z} + \frac{bcx}{zz}$. Aprés cela, pource que les lignes AB, AD & EF font données par pofition, la diftance qui eft entre les poins A & E eft auffy donnée, &, fi on la nomme k, on aura EB efgal a $k + x$; mais ce feroit $k - x$, fi le point B tomboit entre E & A, & $-k + x$, fi E tomboit entre A & B. Et, pource que les angles du triangle ESB font tous donnés, la proportion de BE a BS eft auffy donnée, & ie la pofe comme z a d : fi bien que BS eft $\frac{dk + dx}{z}$, & la toute CS eft $\frac{zy + dk + dx}{z}$; mais ce feroit $\frac{zy - dk - dx}{z}$, fi le point S

tomboit entre B & C; & ce ſeroit $\frac{-zy+dk+dx}{z}$, ſi C tomboit entre B & S. De plus, les trois angles du triangle FSC ſont donnés, &, en ſuite, la | proportion de CS a CF, qui ſoit comme de z a e; & la toute CF ſera $\frac{ezy+dek+dex}{zz}$. En meſme façon, AG, que ie nomme l, eſt donnée, & BG eſt $l-x$; & a cauſe du triangle BGT, la proportion de BG a BT eſt auſſy donnée, qui ſoit comme de z a f; & BT ſera $\frac{fl-fx}{z}$, & CT $\propto \frac{zy+fl-fx}{z}$.



Puis, de rechef, la proportion de TC a CH eſt donnée, a cauſe du triangle TCH, &, la poſant comme de z a g, on aura CH $\propto \frac{+gzy+fgl-fgx}{zz}$.

Et ainſi vous voyés qu'en tel nombre de lignes données par poſition qu'on puiſſe auoir, toutes les lignes tirées deſſus, du point C, a angles donnés, ſuiuant la teneur de la queſtion, ſe peuuent touſiours exprimer chaſcune par trois termes : dont l'vn eſt compoſé de la quantité inconnuë y multipliée, ou diuiſée, par quelque autre connuë; & l'autre, de la quantité inconnue x, auſſy multipliée ou diuiſée par quelque autre

connuë; & le troiſieſme, d'vne quantité toute connuë. Excepté ſeulement ſi elles ſont paralleles ou bien a la ligne AB, auquel cas le terme compoſé de la quantité x ſera nul; ou bien a la ligne CB, auquel cas celuy qui eſt compoſé de la quantité y ſera nul : ainſi qu'il eſt trop manifeſte pour que ie m'areſte a l'expliquer. Et pour les ſignes + & —, qui ſe ioignent a ces termes, ils peuuent eſtre changés en toutes les façons imaginables.

Puis vous voyés auſſi que, multipliant pluſieurs de ces lignes l'vne par l'autre, les quantités x & y, qui ſe trouuent dans le produit, n'y peuuent auoir que chaſcune autant de dimenſions qu'il y a eu de lignes, a l'expli|cation deſquelles elles ſeruent, qui ont eſté ainſi multipliées. En ſorte qu'elles n'auront iamais plus de deux dimenſions, en ce qui ne ſera produit que par la multiplication de deux lignes; ny plus de trois, en ce qui ne ſera produit que par la multiplication de trois; & ainſi a l'infini.

Comment on trouue que ce probleſme eſt plan, lorſqu'il n'eſt point propoſé en plus de 5 lignes.

De plus, a cauſe que, pour determiner le point C, il n'y a qu'vne ſeule condition qui ſoit requiſe, a ſçauoir que ce qui eſt produit par la multiplication d'vn certain nombre de ces lignes ſoit eſgal, ou (ce qui n'eſt de rien plus malayſé) ait la proportion donnée a ce qui eſt produit par la multiplication des autres; on peut prendre a diſcretion l'vne des deux quantités inconnues x ou y, & chercher l'autre par cete Equation, en laquelle il eſt euident que, lorſque la queſtion n'eſt point propoſée en plus de cinq lignes, la quantité x, qui ne ſert point a l'expreſſion de la premiere, peut touſiours n'y auoir que deux dimenſions. De façon

que, prenant vne quantité connuë pour y, il ne reftera que

$$xx \propto + \text{ ou } - ax + \text{ ou } - bb;$$

& ainfi on pourra trouuer la quantité x auec la reigle & le compas, en la façon tantoft expliquée. Mefme, prenant fucceffiuement infinies diuerfes grandeurs pour la ligne y, on en trouuera auffy infinies pour la ligne x; & ainfi on aura vne infinité de diuers poins tels que celuy qui eft marqué C, par le moyen defquels on defcrira la ligne courbe demandée.

Il fe peut faire auffy, la queftion eftant propofée en fix ou plus grand nombre de lignes, s'il y en a, entre les données, qui foient paralleles a BA ou BC, que l'vne des deux quantités x ou y n'ait que deux[a] dimenfions en | l'Equation, & ainfi qu'on puiffe trouuer le point C auec la reigle & le compas. Mais, au contraire, fi elles font toutes paralleles, encore que la queftion ne foit propofée qu'en cinq lignes, ce point C ne pourra ainfi eftre trouué, a caufe que, la quantité x ne fe trouuant point en toute l'Equation, il ne fera plus permis de prendre vne quantité connuë pour celle qui eft nommée y, mais ce fera elle qu'il faudra chercher. Et, pource qu'elle aura trois dimenfions, on ne la pourra trouuer qu'en tirant la racine d'vne Equation cubique : ce qui ne fe peut generalement faire, fans qu'on y employe pour le moins vne fection conique. Et encore qu'il y ait iufques a neuf lignes données, pouruû qu'elles ne foient point toutes paralleles, on peut toufiours faire que l'Equation ne monte

a. « aut etiam unam » *ajoute Schooten.*

que iuſques au quarré de quarré : au moyen de quoy, on la peut auſſy touſiours reſoudre par les ſections coniques, en la façon que i'expliqueray cy aprés. Et encore qu'il y en ait iuſques a treize, on peut touſiours faire qu'elle ne monte que iuſques au quarré de cube : en ſuite de quoy, on la peut reſoudre par le moyen d'vne ligne qui n'eſt que d'vn degré plus compoſée que les ſections coniques, en la façon que i'expliqueray auſſy cy aprés. Et cecy eſt la premiere partie de ce que i'auois icy a demonſtrer; mais, auant que ie paſſe a la ſeconde, il eſt beſoin que ie die quelque choſe en general de la nature des lignes courbes. |

LA GEOMETRIE

LIVRE SECOND.

De la nature des lignes courbes.

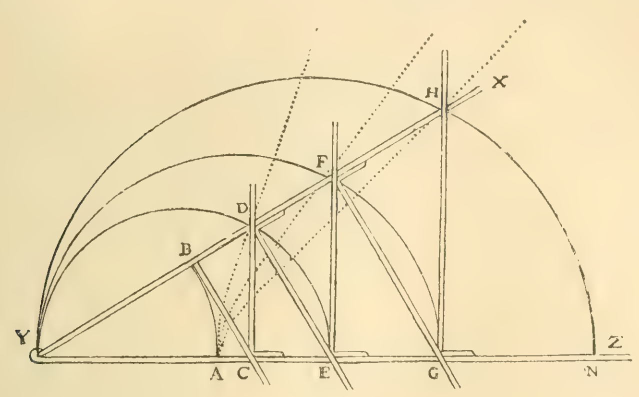
Quelles ſont les lignes courbes qu'on peut receuoir en Geometrie.

Les anciens ont fort bien remarqué qu'entre les Probleſmes de Geometrie, les vns ſont plans, les autres ſolides, & les autres lineaires : c'eſt a dire que les vns peuuent eſtre conſtruits en ne traçant que des lignes droites & des cercles ; au lieu que les autres ne le peuuent eſtre, qu'on n'y employe pour le moins quelque ſection conique ; ni enfin les autres, qu'on n'y employe quelque autre ligne plus compoſée. Mais ie m'eſtonne de ce qu'ils n'ont point, outre cela, diſtingué diuers degrés entre ces lignes plus compoſées, & ie ne ſçaurois comprendre pourquoy ils les ont nommées Mechaniques, plutoſt que Geometriques. Car, de dire que ç'ait eſté a cauſe qu'il eſt beſoin de ſe ſeruir de quelque machine pour les deſcrire, il faudroit reietter, par meſme raiſon, les cercles & les lignes droites, vû qu'on ne les deſcrit ſur le papier qu'auec vn compas & vne reigle, qu'on peut auſſy nommer des machines. Ce n'eſt pas non plus a cauſe

que les inſtrumens qui ſeruent a les tracer, eſtant plus compoſés que la reigle & le compas, ne peuuent eſtre ſi iuſtes : car il faudroit, pour cete raiſon, les reietter des Mechaniques, où la iuſteſſe des ouurages qui ſortent de la main eſt deſirée, plutoſt que de la Geometrie, où c'eſt ſeulement la iuſteſſe du raiſonnement qu'on recher|che, & qui peut ſans doute eſtre auſſy parfaite, touchant ces lignes, que touchant les autres. Ie ne diray pas auſſy que ce ſoit a cauſe qu'ils n'ont pas voulu augmenter le nombre de leurs demandes, & qu'ils ſe ſont contentés qu'on leur accordaſt qu'ils puſſent ioindre deux poins donnés par vne ligne droite, & deſcrire vn cercle d'vn centre donné, qui paſſaſt par vn point donné : car ils n'ont point fait de ſcrupule de ſuppoſer, outre cela, pour traiter des ſections coniques, qu'on puſt coupper tout cone donné par vn plan donné. Et il n'eſt beſoin de rien ſuppoſer, pour tracer toutes les lignes courbes que ie pretens icy d'introduire, ſinon que deux ou pluſieurs lignes puiſſent eſtre meuës l'vne par l'autre, & que leurs interſections en marquent d'autres : ce qui ne me paroiſt en rien plus difficile. Il eſt vray qu'ils n'ont pas auſſy entierement receu les ſections coniques en leur Geometrie, & ie ne veux pas entreprendre de changer les noms qui ont eſté approuués par l'vſage ; mais il eſt, ce me ſemble, tres clair que, prenant, comme on fait, pour Geometrique ce qui eſt precis & exact, & pour Mechanique ce qui ne l'eſt pas ; & conſiderant la Geometrie comme vne ſcience qui enſeigne generalement a connoiſtre les meſures de tous les cors ; on n'en doit pas plutoſt exclure les lignes les plus compoſées que les

plus ſimples, pouruû qu'on les puiſſe imaginer eſtre deſcrites par vn mouuement continu, ou par pluſieurs qui s'entreſuiuent & dont les derniers ſoient entierement reglés par ceux qui les precedent : car, par ce moyen, on peut touſiours auoir vne connoiſſance exacte de leur meſure. Mais peuteſtre que ce qui a empeſché les anciens Geometres de rece|uoir celles qui eſtoient plus compoſées que les ſections coniques, c'eſt que les premieres qu'ils ont conſiderées, ayant par haſard eſté la Spirale, la Quadratrice, & ſemblables, qui n'appartienent veritablement qu'aux Mechaniques & ne ſont point du nombre de celles que ie penſe deuoir icy eſtre receues, a cauſe qu'on les imagine deſcrites par deux mouuemens ſeparés & qui n'ont entre eux aucun raport qu'on puiſſe meſurer exactement; bien qu'ils ayent aprés examiné la Conchoide, la Ciſſoide, & quelque peu d'autres qui en ſont, toutefois, a cauſe qu'ils n'ont peuteſtre pas aſſés remarqué leurs proprietés, ils n'en ont pas fait plus d'eſtat que des premieres. Ou bien, c'eſt que, voyant qu'ils ne connoiſſoient encore que peu de choſes touchant les ſections coniques, & qu'il leur en reſtoit meſme beaucoup, touchant ce qui ſe peut faire auec la reigle & le compas, qu'ils ignoroient, ils ont creu ne deuoir pas entamer de matiere plus difficile. Mais, pource que i'eſpere que dorenauant ceux qui auront l'adreſſe de ſe ſeruir du calcul Geometrique icy propoſé, ne trouueront pas aſſés de quoy s'areſter touchant les problesmes plans ou ſolides, ie crois qu'il eſt a propos que ie les inuite a d'autres recherches, où ils ne manqueront iamais d'exercice.

Voyés les lignes AB, AD, AF & femblables, que ie fuppofe auoir efté defcrites par l'ayde de l'inftrument YZ[a], qui eft compofé de plufieurs reigles, tellement iointes que, celle qui eft marquée YZ eftant areftée fur la ligne AN, on peut ouurir & fermer l'angle XYZ, & que, lorfqu'il eft tout fermé, les poins B, C, D, <E>[b] F, G, H font tous affemblés au point A;



mais qu'a mefure qu'on l'ouure, la reigle BC, qui eft iointe a angles droits auec XY au point B, pouffe vers Z la reigle CD, qui coule fur YZ en faifant toufiours des angles droits auec elle; & CD pouffe DE, qui coule tout de mefme fur YX en demeurant parallele a BC; DE pouffe EF; EF pouffe FG; celle cy pouffe GH; & on en peut conceuoir vne infinité d'autres, qui fe pouffent confequutiuement en mefme façon, & dont les vnes facent toufiours les mefmes angles auec YX, & les autres auec YZ. Or, pendant

a. XYZ *Schooten.*
b. E *a été ajouté par Schooten.*

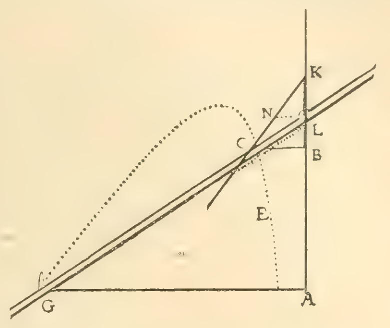
qu'on ouure ainſi l'angle XYZ, le point B deſcrit la ligne AB, qui eſt vn cercle; & les autres poins, D, F, H, où ſe font les interſections des autres reigles, deſcriuent d'autres lignes courbes, AD, AF, AH, dont les dernieres ſont, par ordre, plus compoſées que la premiere, & celle cy plus que le cercle. Mais ie ne voy pas ce qui peut empeſcher qu'on ne conçoiue auſſy nettement & auſſy diſtinctement la deſcription de cete premiere, que du cercle ou, | du moins, que des ſections coniques; ny ce qui peut empeſcher qu'on ne conçoiue la ſeconde, & la troiſieſme, & toutes les autres qu'on peut deſcrire, auſſy bien que la premiere; ny, par conſequent, qu'on ne les reçoiue toutes en meſme façon, pour ſeruir aux ſpeculations de Geometrie.

La façon de diſtinguer toutes les lignes courbes en certains genres, et de connoiſtre le rapport qu'ont tous leurs poins a ceux des lignes droites.

Ie pourrois mettre icy pluſieurs autres moyens, pour tracer & conceuoir des lignes courbes qui ſeroient de plus en plus compoſées par degrés a l'infini. Mais, pour comprendre enſemble toutes celles qui ſont en la nature, & les diſtinguer par ordre en certains genres, ie ne ſçache rien de meilleur que de dire que tous les poins de celles qu'on peut nommer Geometriques, c'eſt a dire qui tombent ſous quelque meſure preciſe & exacte, ont neceſſairement quelque rapport a tous les poins d'vne ligne droite, qui peut eſtre exprimé par quelque equation, en tous par vne meſme. Et que, lorſque cete equation ne monte que iuſques au rectangle de deux quantités indeterminées, ou bien au quarré d'vne meſme, la ligne courbe eſt du premier & plus ſimple genre, dans lequel il n'y a que le cercle, la parabole, l'hyperbole & l'ellipſe qui ſoient compriſes. Mais que, lorſque l'equation monte iuſques a

la trois ou quatriefme dimenfion des deux ou de l'vne des deux quantités indeterminées : car il en faut deux pour expliquer icy le rapport d'vn point a vn autre : elle eft du fecond. Et que, lorfque l'equation monte iufques a la 5 ou fixiefme dimenfion, elle eft du troifiefme : & ainfi des autres a l'infini.

Comme, fi ie veux fçauoir de quel genre eft la ligne E C, que i'imagine eftre defcrite par l'interfection de la|reigle GL & du plan rectiligne CNKL, dont le cofté KN eft indefiniement prolongé vers C, & qui, eftant meu fur le plan de deffous en ligne droite, c'eft



a dire en telle forte que fon diametre KL fe trouue toufiours appliqué fur quelque endroit de la ligne BA prolongée de part & d'autre, fait mouuoir circulairement cete reigle GL autour du point G, a caufe qu'elle luy eft tellement iointe qu'elle paffe toufiours par le point L. Ie choifis vne ligne droite, comme AB, pour rapporter a fes diuers poins tous ceux de cete ligne courbe EC, & en cete ligne AB ie choifis vn point, comme A, pour commencer par luy ce calcul. Ie dis que ie choifis & l'vn & l'autre, a caufe qu'il eft libre de les prendre tels qu'on veult : car, encore qu'il y ait beaucoup de choix pour rendre l'equation plus courte & plus ayfée, toutefois, en quelle façon qu'on les prene, on peut toufiours faire que la

ligne paroiſſe de meſme genre, ainſi qu'il eſt ayſé a demonſtrer. | Aprés cela, prenant vn point a diſcretion dans la courbe, comme C, ſur lequel ie ſuppoſe que l'inſtrument qui ſert a la deſcrire eſt appliqué, ie tire de ce point C la ligne CB parallele a GA; & pource que CB & BA ſont deux quantités indeterminées & inconnuës, ie les nomme, l'vne y, & l'autre x. Mais, affin de trouuer le rapport de l'vne a l'autre, ie conſidere auſſy les quantités connuës qui determinent la deſcription de cete ligne courbe : comme GA que ie nomme a, KL que ie nomme b, & NL, parallele a GA, que ie nomme c. Puis ie dis : comme NL eſt a LK, ou c a b, ainſy CB, ou y, eſt a BK, qui eſt, par conſequent $\frac{b}{c}y$; & BL eſt $\frac{b}{c}y-b$; & AL eſt $x+\frac{b}{c}y-b$. De plus, comme CB eſt a LB, ou y a $\frac{b}{c}y-b$, ainſi a, ou GA, eſt a LA, ou $x+\frac{b}{c}y-b$. De façon que, multipliant la ſeconde par la troiſieſme, on produiſt $\frac{ab}{c}y-ab$, qui eſt eſgale a $xy+\frac{b}{c}yy-by$, qui ſe produiſt en multipliant la premiere par la derniere; & ainſi l'equation qu'il falloit trouuer eſt :

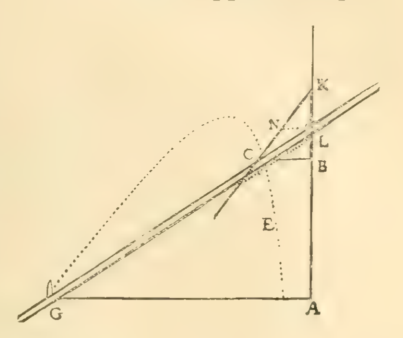
$$yy \propto cy - \frac{c}{b}xy + ay - ac,$$

de laquelle on connoiſt que la ligne EC eſt du premier genre : comme, en effect, elle n'eſt autre qu'vne Hyperbole*.

Que ſi, en l'inſtrument qui ſert a la deſcrire, on fait qu'au lieu de la ligne droite CNK, ce ſoit cete Hyperbole, ou quelque autre ligne courbe du premier genre, qui termine le plan CNKL, l'interſection de cete ligne & de la reigle GL deſcrira, au lieu de l'hyperbole EC,

* A.

vne autre ligne courbe, qui fera du fecond genre. Comme, fi C N K eft vn cercle dont L foit le centre, on defcrira la premiere Conchoide des anciens ; & fi c'eft vne Parabole dont le diametre foit KB, on defcrira la ligne courbe que i'ay tantoft dit eftre la premiere & la plus fimple pour la queftion de Pappus, lorfqu'il n'y a que cinq lignes droites données par pofition. Mais fi, au lieu d'vne de ces lignes courbes du premier genre, c'en eft vne du fecond qui termine le plan C N K L, on en defcrira, par fon moyen, vne du troifiefme : ou, fi c'en eft vne du troifiefme, on en defcrira vne du quatriefme ; & ainfi a l'infini, comme il eft fort ayfé a connoiftre par le calcul. Et en quelque autre façon qu'on imagine la defcription d'vne ligne courbe, pouruû qu'elle foit du nombre de celles que ie nomme Geometriques, on pourra toufiours trou-|uer vne equation pour determiner tous fes poins en cete forte.



Au refte, ie mets les lignes courbes qui font monter cete equation iufques au quarré de quarré, au mefme genre que celles qui ne la font monter que iufques au cube ; & celles dont l'equation monte au quarré de cube, au mefme genre que celles dont elle ne monte qu'au furfolide ; & ainfi des autres. Dont la raifon eft qu'il y a reigle generale pour reduire au cube

toutes les difficultés qui vont au quarré de quarré, & au ſurſolide toutes celles qui vont au quarré de cube, de façon qu'on ne les doit point eſtimer plus compoſées.

Mais il eſt a remarquer qu'entre les lignes de chaſque genre, encore que la pluſpart ſoient eſgalement compoſées, en ſorte qu'elles peuuent ſeruir a determiner les meſmes poins & conſtruire les meſmes probleſmes, il y en a toutefois auſſy quelques vnes qui ſont plus ſimples, & qui n'ont pas tant d'eſtendue en leur puiſſance. Comme, entre celles du premier genre, outre l'Ellipſe, l'Hyperbole & la Parabole, qui ſont eſgalement compoſées, le cercle y eſt auſſy compris, qui manifeſtement eſt plus ſimple. Et entre celles du ſecond genre, il y a la Conchoide vulgaire, qui a ſon origine du cercle, & il y en a encore quelques autres qui, bien qu'elles n'ayent pas tant d'eſtendue que la pluſpart de celles du meſme genre, ne peuuent toutefois eſtre miſes dans le premier.

Suite de l'explication de la queſtion de Pappus miſe au liure precedent.

Or, aprés auoir ainſi reduit toutes les lignes courbes a certains genres, il m'eſt ayſé de pourſuiure en la demonſtration de la reſponſe que i'ay tantoſt faite a la queſtion de Pappus. Car, premierement, ayant fait voir cy|deſſus que, lorſqu'il n'y a que trois ou 4 lignes droites données, l'equation, qui ſert a determiner les poins cherchés, ne monte que iuſques au quarré, il eſt euident que la ligne courbe, où ſe trouuent ces poins, eſt neceſſairement quelqu'vne de celles du premier genre, a cauſe que cete meſme equation explique le rapport qu'ont tous les poins des lignes du premier genre a ceux d'vne ligne droite. Et que, lorſqu'il n'y a

point plus de 8 lignes droites données, cete equation ne monte que iuſques au quarré de quarré tout au plus, & que, par conſequent, la ligne cherchée ne peut eſtre que du ſecond genre, ou au deſſous. Et que, lorſqu'il n'y a point plus de 12 lignes données, l'equation ne monte que iuſques au quarré de cube, & que, par conſequent, la ligne cherchée n'eſt que du troiſieſme genre, ou au deſſous : & ainſi des autres. Et meſme, a cauſe que la poſition des lignes droites données peut varier en toutes ſortes, & par conſequent faire changer tant les quantités connuës que les ſignes + & — de l'equation, en toutes les façons imaginables, il eſt euident qu'il n'y a aucune ligne courbe du premier genre qui ne ſoit vtile a cete queſtion, quand elle eſt propoſée en 4 lignes droites; ny aucune du ſecond qui n'y ſoit vtile, quand elle eſt propoſée en huit; ni du troiſieſme, quand elle eſt propoſée en douze; & ainſi des autres. En ſorte qu'il n'y a pas vne ligne courbe, qui tombe ſous le calcul & puiſſe eſtre receuë en Geometrie, qui n'y ſoit vtile pour quelque nombre de lignes.

Solution de cete queſtion, quand elle n'eſt propoſée qu'en 3 ou 4 lignes.

Mais il faut icy plus particulierement que ie determine & donne la façon de trouuer la ligne cherchée qui ſert en chaſque cas, lorſqu'il n'y a que 3 ou 4 lignes droi|tes données; & on verra, par meſme moyen, que le premier genre des lignes courbes n'en contient aucunes autres que les trois ſections coniques & le cercle.

Reprenons les 4 lignes AB, AD, EF & GH, données cy deſſus, & qu'il faille trouuer vne autre ligne, en laquelle il ſe rencontre vne infinité de poins tels que C, duquel ayant tiré les 4 lignes CB, CD, CF

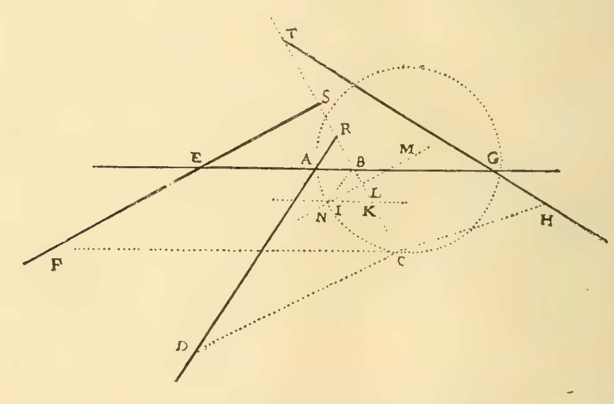
& CH, a angles donnés ſur les données, CB, multipliée par CF, produiſt vne ſomme eſgale a CD multipliée par CH : c'eſt a dire, ayant fait :

$$CB \infty y, \qquad CD \infty \frac{czy + bcx}{zz},$$
$$CF \infty \frac{ezy + dek + dex}{zz}, \ \& \ CH \infty \frac{gzy + fgl - fgx}{zz},$$

l'equation eſt

$$yy \infty \frac{\left.\begin{matrix} -dekzz \\ +cfglz \end{matrix}\right\} y \quad \left.\begin{matrix} -dezzx \\ -cfgzx \\ +bcgzx \end{matrix}\right\} y \quad \left.\begin{matrix} +bcfglx \\ -bcfgxx \end{matrix}\right\}}{ezzz - cgzz},$$

| au moins en ſuppoſant ez plus grand que cg : car, s'il eſtoit moindre, il faudroit changer tous les ſignes + & —*. Et ſi la quantité y ſe trouuoit nulle, ou moindre que rien en cete equation, lorſqu'on a ſup-



poſé le point C en l'angle DAG, il faudroit le ſuppoſer auſſy en l'angle DAE, ou EAR, ou RAG, en

* B.

changeant les ſignes + & —, ſelon qu'il feroit requis a cet effect. Et ſi, en toutes ces 4 poſitions, la valeur d'y ſe trouuoit nulle, la queſtion feroit impoſſible au cas propoſé*. Mais ſuppoſons la icy eſtre poſſible, &, pour en abreger les termes, au lieu des quantités $\frac{cfglz - dekzz}{ez^3 - cgzz}$, eſcriuons $2m$, & au lieu de $\frac{dezz + cfgz - bcgz}{ez^3 - cgzz}$, eſcriuons $\frac{2n}{z}$: & ainſi nous aurons

$$yy \propto 2my - \frac{2n}{z}xy + \frac{bcfglx - bcfgxx}{ez^3 - cgzz},$$

dont la racine eſt

$$y \propto m - \frac{nx}{z} + \sqrt{mm - \frac{2mnx}{z} + \frac{nnxx}{zz} + \frac{bcfglx - bcfgxx}{ez^3 - cgzz}};$$

&, de rechef pour abreger,

au lieu de $-\frac{2mn}{z} + \frac{bcfgl}{ez^3 - cgzz}$, eſcriuons o;
& au lieu de $\frac{nn}{zz} - \frac{bcfg}{ez^3 - cgzz}$, eſcriuons[a] $-\frac{p}{m}$.

Car, ces quantités eſtant toutes données, nous les pouuons nommer comme il nous plaiſt ; & ainſi nous auons

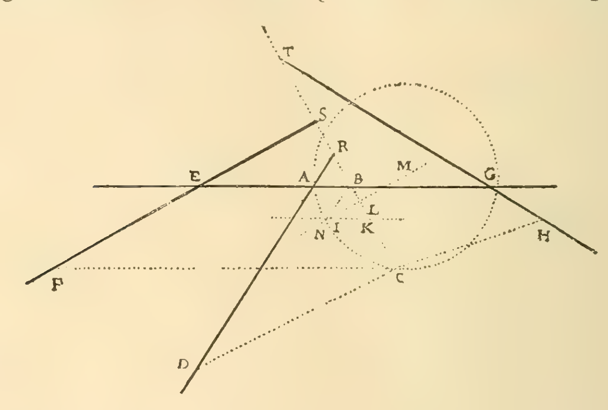
$$y \propto m - \frac{n}{z}x + \sqrt{mm + ox - \frac{p}{m}xx},$$

qui doit eſtre la longeur de la ligne BC, en laiſſant AB ou x indeter|minée. Et il eſt euident que, la queſtion n'eſtant propoſée qu'en trois ou quatre lignes, on peut touſiours auoir de tels termes ; excepté que quelques vns d'eux peuuent eſtre nuls, & que les ſignes + & — peuuent diuerſement eſtre changés.

* BB (1659).

a. Nous ajoutons le signe —, qui manque dans l'édition princeps et aussi bien dans les éditions latines de Schooten.

Aprés cela, ie fais KI esgale et parallele a BA, en sorte qu'elle couppe de BC la partie BK esgale a m, a cause qu'il y a icy $+m$: & ie l'aurois adiouſtée en tirant cete ligne IK de l'autre coſté, s'il y auoit eu $-m$; & ie ne l'aurois point du tout tirée, ſi la quantité m euſt eſté nulle. Puis ie tire auſſy IL, en ſorte que la ligne IK eſt a KL comme z eſt a n : c'eſt a dire que,



IK eſtant x, KL eſt $\frac{n}{z}x$. Et, par meſme moyen, ie connois auſſy la proportion qui eſt entre KL & IL, que ie poſe comme entre n & a : ſi bien que, KL eſtant $\frac{n}{z}x$, IL eſt $\frac{a}{z}x$. Et ie fais que le point K ſoit entre L & C, a cauſe qu'il y a icy $-\frac{n}{z}x$; au lieu que i'aurois mis L entre K & C, ſi i'euſſe eu $+\frac{n}{z}x$; & ie n'euſſe point tiré cete ligne IL, ſi $\frac{n}{z}x$ euſt eſté nulle.

Or, cela fait, il ne me reſte plus, pour la ligne LC, que ces termes

$$LC \infty \sqrt{mm + ox - \frac{p}{m}xx};$$

d'où ie voy que, s'ils eſtoient nuls, ce point C ſe trou-

ueroit en la ligne droite IL; & que, s'ils eſtoient tels que la racine s'en puſt tirer : c'eſt a dire que, mm & $\frac{p}{m}xx$ eſtant marqués d'vn meſme ſigne + [ou —][a], oo fuſt eſgal a $4pm$, ou bien que les termes mm & ox, ou ox & $\frac{p}{m}xx$, fuſſent nuls : ce point C ſe trouueroit en vne autre ligne droite qui ne ſeroit pas plus malayſée a trouuer qu'IL*. Mais lorſque cela n'eſt pas, ce point C eſt touſiours en l'vne des trois ſections coniques, ou en vn cercle*, dont l'vn des diametres eſt en la ligne IL, & la ligne LC eſt l'vne de celles qui s'appliquent par ordre a ce diametre, ou au contraire LC eſt parallele au diametre auquel celle qui eſt en la ligne IL eſt appliquée par ordre[b]. A ſçauoir, ſi le terme $\frac{p}{m}xx$ eſt nul, cete ſection conique eſt vne Parabole; & s'il eſt marqué du ſigne +, c'eſt vne Hyperbole; & enfin, s'il eſt marqué du ſigne —, c'eſt vne Ellipſe. Excepté ſeulement ſi la quantité aam eſt eſgale a pzz, & que l'angle ILC ſoit droit : auquel cas on a vn cercle au lieu | d'vne Ellipſe. Que ſi cete ſection eſt vne Parabole, ſon coſté droit eſt eſgal a $\frac{oz}{a}$, & ſon diametre eſt touſiours en la ligne IL; & pour trouuer le point N, qui en eſt le ſommet, il faut faire IN eſgale a $\frac{amm}{oz}$, & que le point I ſoit entre L & N, ſi les termes ſont $+mm+ox$, ou bien que le point L ſoit entre I & N, s'ils ſont $+mm-ox$; ou bien il faudroit qu'N fuſt entre I & L, s'il y auoit $-mm+ox$; mais il ne peut iamais y auoir $-mm$, en

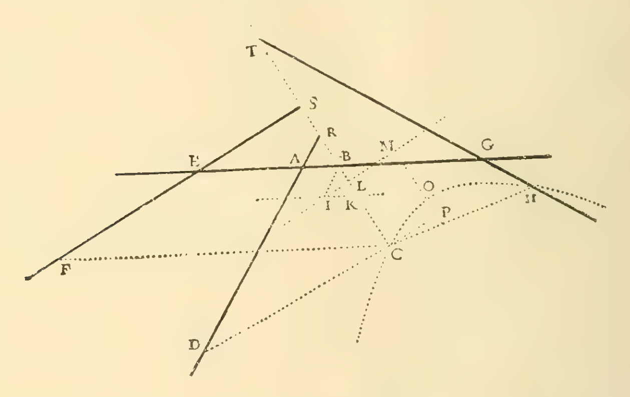
* C. — CC (1659).

a. Les mots entre crochets, écrits par inadvertance, ont été supprimés par Schooten dans l'édition de 1659.

b. Ce second cas est celui où IL, ne rencontrant pas la conique, n'était pas alors considérée comme diamètre.

la façon que les termes ont icy efté pofés. Et enfin le point N feroit le mefme que le point I, fi la quantité *mm* eftoit nulle. Au moyen de quoy il eft ayfé de trouuer cete Parabole par le 1er Problefme du 1er liure d'Apollonius*.

| Que fi la ligne demandée eft vn cercle ou vne Ellipfe ou vne Hyperbole, il faut, premierement, chercher le point M qui en eft le centre, & qui eft toufiours en



la ligne droite I L, où on le trouue en prenant $\frac{aom}{2pz}$ pour I M : en forte que, fi la quantité *o* eft nulle, ce centre eft iuftement au point I. Et fi la ligne cherchée eft vn cercle ou vne Ellipfe, on doit prendre le point M du mefme cofté que le point L, au refpect du point I, lorfqu'on a $+ox$; & lorfqu'on a $-ox$, on le doit prendre de l'autre. Mais tout au contraire, en l'Hyperbole, fi on a $-ox$, ce centre M doit eftre vers L; & fi on a $+ox$, il doit eftre de l'autre cofté. Aprés cela, le

* CCC (1659).

coſté droit de la figure doit eſtre $\sqrt{\frac{oozz}{aa} + \frac{4mpzz}{aa}}$, lorſqu'on a $+\,mm$, & que la ligne cherchée eſt vn cercle ou vne Ellipſe; ou bien lorſqu'on a $-\,mm$, & que c'eſt vne Hyperbole. Et il doit eſtre $\sqrt{\frac{oozz}{aa} - \frac{4mpzz}{aa}}$, ſi, la ligne cherchée eſtant vn cercle ou vne Ellipſe, on a $-\,mm$; ou bien ſi, eſtant vne Hyperbole & la quantité oo eſtant plus grande que $4mp$, on a $+\,mm$. Que ſi la quantité mm eſt nulle, ce coſté droit eſt $\frac{oz}{a}$; & ſi ox eſt nulle, il eſt $\sqrt{\frac{4mpzz}{aa}}$. Puis, pour le coſté trauerſant, il faut trouuer vne ligne qui ſoit a ce coſté droit comme aam eſt a pzz : a ſçauoir, ſi ce coſté droit eſt $\sqrt{\frac{oozz}{aa} + \frac{4mpzz}{aa}}$, le trauerſant eſt $\sqrt{\frac{aaoomm}{ppzz} + \frac{4aam^3}{pzz}}$ *; & en tous ces cas le diametre de la ſection eſt en la ligne IM, & LC eſt l'vne de celles qui luy ſont appliquées[a] par ordre. Si bien que, faiſant MN eſgale a la moitié du coſté | trauerſant, & le prenant du meſme coſté du point M qu'eſt le point L, on a le point N pour le ſommet de ce diametre. En ſuite de quoy il eſt ayſé de trouuer la ſection par le ſecond & 3 prob. du 1[er] liu. d'Apollonius *.

Mais quand, cete ſection eſtant vne Hyperbole, on a $+\,mm$, & que la quantité oo eſt nulle ou plus petite que $4pm$, on doit tirer du centre M la ligne MOP parallele a LC, & CP parallele a LM; & faire MO eſgale a $\sqrt{mm - \frac{oom}{4p}}$; ou bien la faire eſgale a m, ſi la quantité ox eſt nulle; puis, conſiderer le point O comme le ſommet de cete Hyperbole dont le diametre eſt OP, & CP la | ligne qui luy eſt appliquée

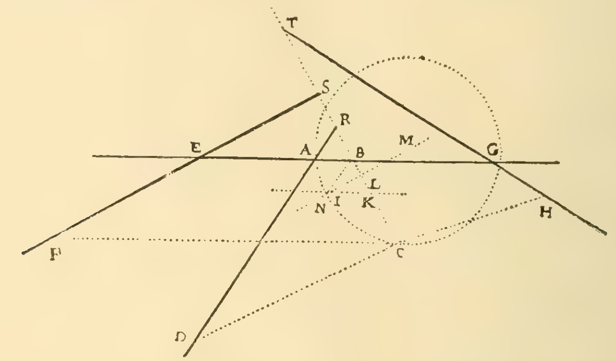
* D. — E.

a. qui luy eſt appliquée, Desc.

par ordre; & ſon coſté droit eſt $\sqrt{\frac{4a^4m^4}{ppz^4} - \frac{a^4oom^3}{p^3z^4}}$; & ſon coſté trauerſant eſt $\sqrt{4mm - \frac{oom}{p}}$. Excepté quand ox eſt nulle : car alors le coſté droit eſt $\frac{2aamm}{pzz}$, & le trauerſant eſt $2m$. Et ainſi il eſt ayſé de la trouuer par le 3 prob. du 1[er] liu. d'Apollonius.

Demonſtration de tout ce qui vient d'eſtre expliqué.

Et les demonſtrations de tout cecy ſont euidentes. Car, compoſant vn eſpace des quantités que i'ay aſſignées pour le coſté droit & le trauerſant, & pour le



ſegment du diametre, NL ou OP, ſuiuant la teneur de l'11, du 12 & du 13 theoreſmes du 1[er] liure d'Apollonius, on trouuera tous les meſmes termes dont eſt compoſé le quarré de la ligne, CP ou CL, qui eſt appliquée par ordre a ce diametre. Comme, en cet exemple, oſtant IM, qui eſt $\frac{aom}{2pz}$, de NM, qui eſt $\frac{am}{2pz}\sqrt{oo + 4mp}$, i'ay IN; a laquelle aiouſtant IL, qui eſt $\frac{a}{z}x$, i'ay NL, qui eſt $\frac{a}{z}x - \frac{aom}{2pz} + \frac{am}{2pz}\sqrt{oo + 4mp}$; & cecy eſtant multiplié par $\frac{z}{a}\sqrt{oo + 4mp}$, qui eſt le coſté droit de la figure, il vient

$$x\sqrt{oo + 4mp} - \frac{om}{2p}\sqrt{oo + 4mp} + \frac{moo}{2p} + 2mm$$

pour le rectangle : duquel il faut ofter vn efpace qui foit au quarré de NL comme le cofté droit eft au trauerfant; & ce quarré de NL eft

$$\frac{aa}{zz}xx - \frac{aaom}{pzz}x + \frac{aam}{pzz}x\sqrt{oo+4mp} + \frac{aaoomm}{2ppzz} + \frac{aam^3}{pzz} - \frac{aaomm}{2ppzz}\sqrt{oo+4mp},$$

qu'il faut diuifer par aam & multiplier par pzz, a caufe que ces termes expliquent la proportion qui eft entre le cofté trauerfant & le droit, & il vient

$$\frac{p}{m}xx - ox + x\sqrt{oo+4mp} + \frac{oom}{2p} - \frac{om}{2p}\sqrt{oo+4mp} + mm,$$

ce qu'il faut ofter du rectangle precedent; & on trouue $mm + ox - \frac{p}{m}xx$ pour le quarré de CL, qui, par confequent, eft vne ligne appliquée par ordre, dans vne Ellipfe ou dans vn cercle, au fegment du diametre NL.

Et fi on veut expliquer toutes les quantités données par nombres, en faifant, par exemple :

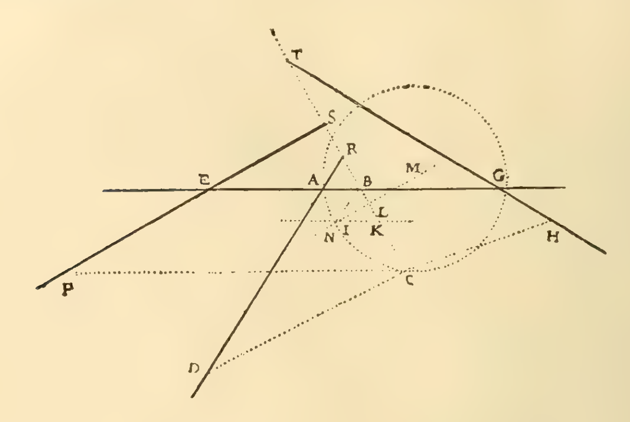
$$EA \propto 3,\ AG \propto 5,\ AB \propto BR,\ BS \propto \tfrac{1}{2}BE,$$
$$GB \propto BT,\ CD \propto \tfrac{3}{2}CR,\ CF \propto 2CS,\ CH \propto \tfrac{2}{3}CT,$$

& que l'angle ABR foit de 60 degrés, & enfin que le rectangle des deux, CB & CF, foit efgal au rectangle des deux autres CD & CH; car il faut auoir toutes ces chofes affin que la queftion foit entierement determinée. Et auec cela, fuppofant $AB \propto x$, & $CB \propto y$, on trouue, par la façon cy deffus expliquée

$$yy \propto 2y - xy + 5x - xx,\ \&\ y = 1 - \tfrac{1}{2}x + \sqrt{1 + 4x - \tfrac{3}{4}xx}.$$

Si bien que BK doit eftre 1, & KL doit eftre la moitié de KI; & pource que l'angle IKL ou ABR eft de

60 degrés, & KIL, qui eſt la moitié de KIB ou IKL, de 30, ILK eſt droit. Et pource que IK ou AB eſt nommée x, KL eſt $\frac{1}{2}x$; & IL eſt $x\sqrt{\frac{3}{4}}$; & la quantité qui



eſtoit tantoſt nommée z eſt 1; celle qui eſtoit a eſt $\sqrt{\frac{3}{4}}$; celle qui eſtoit m eſt 1; celle qui eſtoit o eſt 4, & celle qui eſtoit p eſt $\frac{3}{4}$. De façon qu'on a $\sqrt{\frac{16}{3}}$ pour IM, & $\sqrt{\frac{19}{3}}$ pour NM; & pource que aam, qui eſt $\frac{3}{4}$, eſt icy eſgal a pzz, & que l'angle ILC eſt droit, on trouue que la ligne courbe NC eſt vn cercle. Et on peut facilement examiner tous les autres cas en meſme ſorte.

Quels ſont les lieux plans & ſolides, & la façon de les trouuer.

Au reſte, a cauſe que les equations qui ne montent que iuſques au quarré ſont toutes compriſes en ce que ie viens d'expliquer, non ſeulement le probleſme des anciens en 3 & 4 lignes eſt icy entierement acheué, mais auſſy tout ce qui appartient a ce qu'ils nommoient la compoſition des lieux ſolides, &, par conſequent, auſſy a celle des lieux plans, a cauſe qu'ils ſont compris dans les ſolides. Car ces lieux ne ſont autre

choſe ſinon que, lorſqu'il eſt queſtion de trouuer quelque point auquel il | manque vne condition pour eſtre entierement determiné *, ainſi qu'il arriue en cete exemple, tous les poins d'vne meſme ligne peuuent eſtre pris pour celuy qui eſt demandé. Et ſi cete ligne eſt droite ou circulaire, on la nomme vn lieu plan. Mais ſi c'eſt vne parabole, ou vne hyperbole, ou vne ellipſe, on la nomme vn lieu ſolide. Et toutefois & quantes que cela eſt, on peut venir a vne Equation qui contient deux quantités inconnuës & eſt pareille a quelqu'vne de celles que ie viens de reſoudre. Que ſi la ligne, qui determine ainſi le point cherché, eſt d'vn degré plus compoſée que les ſections coniques, on la peut nommer, en meſme façon, vn lieu ſurſolide : & ainſi des autres. Et s'il manque deux conditions a la determination de ce point, le lieu où il ſe trouue eſt vne ſuperficie, laquelle peut eſtre, tout de meſme, ou plate ou ſpherique ou plus compoſée *. Mais le plus haut but qu'ayent eu les anciens en cete matiere a eſté de paruenir a la compoſition des lieux ſolides; et il ſemble que tout ce qu'Apollonius a eſcrit des ſections coniques n'a eſté qu'a deſſein de la chercher.

De plus, on voit icy que ce que i'ay pris pour le premier genre des lignes courbes n'en peut comprendre aucunes autres que le cercle, la parabole, l'hyperbole & l'ellipſe : qui eſt tout ce que i'auois entrepris de prouuer.

Que ſi la queſtion des anciens eſt propoſée en cinq lignes qui ſoient toutes paralleles, il eſt euident que le point cherché ſera touſiours en vne ligne droite.

Quelle eſt la premiere & la plus ſimple de toutes les lignes courbes qui ſeruent

* F. — G.

en la queftion des anciens, quand elle eft propofée en cinq lignes.

Mais fi elle eft propofée en cinq lignes dont il y en ait quatre qui foient paralleles, & que la cinquiefme les couppe a angles droits, & mefme que toutes les lignes tirées du | point cherché les rencontrent auffy a angles droits, & enfin que le parallelepipede compofé de trois des lignes ainfi tirées fur trois de celles qui font paralleles, foit efgal au parallelepipede compofé des deux lignes tirées, l'vne fur la quatriefme de celles qui font paralleles, & l'autre fur celle qui les couppe a angles droits, & d'vne troifiefme ligne donnée : ce qui eft, ce me femble, le plus fimple cas qu'on puiffe imaginer aprés le precedent : le point cherché fera en la ligne courbe qui eft defcrite par le mouuement d'vne parabole en la façon cy deffus expliquée.

| Soient, par exemple, les lignes données[a] AB, IH, ED, GF & GA, & qu'on demande le point C, en forte que, tirant CB, CF, CD, CH & CM a angles droits fur les données, le parallelepipede des trois CF, CD & CH, foit efgal a celuy des 2 autres, CB & CM, & d'vne troifiefme qui foit AI. Ie pofe

$$CB \backsim y, \quad CM \backsim x, \quad AI \text{ ou } AE \text{ ou } GE \backsim a,$$

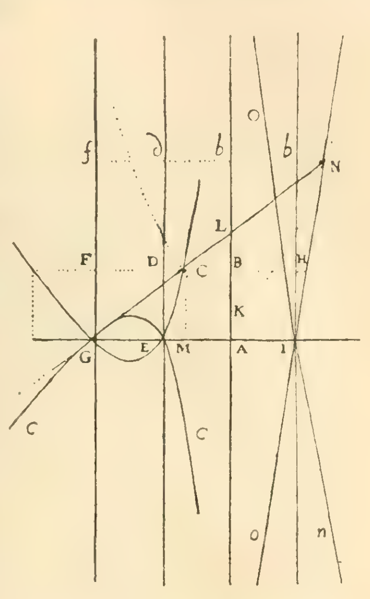
de façon que, le point C eftant entre les lignes AB & DE, i'ay

$$CF \backsim 2a - y, \quad CD \backsim a - y, \quad \& \; CH \backsim y + a;$$

& multipliant ces trois l'vne par l'autre, i'ay $y^3 - 2ayy - aay + 2a^3$, efgal au produit des trois autres, qui eft axy. Aprés cela, ie confidere la ligne courbe CEG, que i'imagine eftre defcrite par l'interfection de la

a. données] cherchées, DESC., datæ *Schooten*.

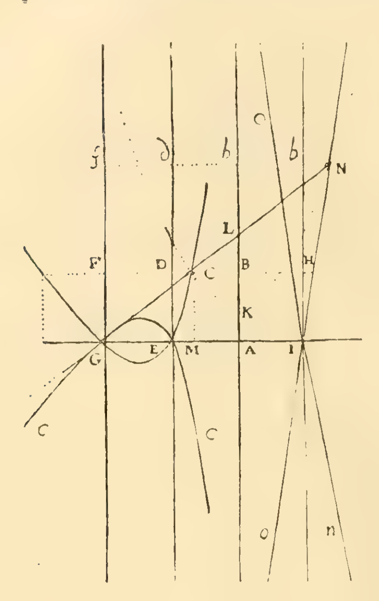
Parabole CKN, qu'on fait mouuoir en telle ſorte que ſon diametre KL eſt touſiours ſur la ligne droite AB, & de la reigle GL, qui tourne ce pendant autour du point G en telle ſorte qu'elle paſſe touſiours, dans le plan de cete Parabole, par le point L. Et ie fais KL ∞ a; & le coſté droit principal, c'eſt a dire celuy qui ſe rapporte a l'aiſſieu de cete parabole, auſſy eſgal a a; & GA ∞ $2a$: & CB ou MA ∞ y: & CM ou AB ∞ x. Puis, a cauſe des triangles ſemblables GMC & CBL, GM, qui eſt $2a-y$, eſt a MC, qui eſt x, comme CB, qui eſt y, eſt a BL, qui eſt, par conſequent, $\frac{xy}{2a-y}$. Et, pource que LK eſt a, BK eſt $a-\frac{xy}{2a-y}$, ou bien $\frac{2aa-ay-xy}{2a-y}$. Et enfin, pource que ce meſme BK, eſtant vn ſegment du diametre de la parabole, eſt a BC, qui luy eſt appliquée par ordre, comme celle cy eſt au coſté droit, qui eſt a, le calcul montre que



$$y^3-2ayy-aay+2a^3 \text{ eſt eſgal a } axy;$$

&, par conſequent, que le point C eſt celuy qui eſtoit demandé. Et il peut eſtre pris en tel endroit de la ligne CEG qu'on veuille choiſir, ou auſſy en ſon

adiointe *c*EG*c*, qui ſe deſcrit en meſme façon, excepté que le ſommet de la parabole eſt tourné vers l'autre coſté, ou enfin en leurs contrepoſées NI*o*, *n*IO, qui ſont deſcrites par l'interſection que fait la ligne GL en l'autre coſté de la parabole KN.



Or, encore que les paralleles données AB, IH, ED & GF, ne fuſſent point eſgalement diſtantes, & que GA ne les couppaſt point a angles droits, ny auſſy les lignes | tirées du point C vers elles, ce point C ne laiſſeroit pas de ſe trouuer touſiours en vne ligne courbe, qui ſeroit de cete meſme nature. Et il s'y peut auſſy trouuer quelquefois, encore qu'aucune des lignes données ne ſoient paralleles. Mais ſi, lorſqu'il y en a 4 ainſi paralleles, & vne cinquieſme qui les trauerſe, & que le parallelepipede de trois des lignes tirées du point cherché, l'vne ſur cete cinquieſme, & les 2 autres ſur 2 de celles qui ſont paralleles, ſoit eſgal a celuy des deux tirées ſur les deux autres paralleles & d'vne autre ligne donnée; ce point cherché eſt en vne ligne courbe d'vne autre nature, a ſçauoir en vne qui eſt telle que, toutes les lignes droites appliquées par

ordre a ſon diametre eſtant eſgales a celles d'vne ſection conique, les ſegmens de ce diametre, qui ſont entre le ſommet & ces lignes, ont meſme proportion a vne certaine ligne donnée, que cete ligne donnée a aux ſegmens du diametre de la ſection conique, auſquels les pareilles lignes ſont appliquées par ordre. Et ie ne ſçaurois veritablement dire que cete ligne ſoit moins ſimple que la precedente, laquelle i'ay creu toutefois deuoir prendre pour la premiere, a cauſe que la deſcription & le calcul en ſont, en quelque façon, plus faciles.

Pour les lignes qui ſeruent aux autres cas, ie ne m'areſteray point a les diſtinguer par eſpeces; car ie n'ay pas entrepris de dire tout; &, ayant expliqué la façon de trouuer vne infinité de poins par où elles paſſent, ie penſe auoir aſſés donné le moyen de les deſcrire.

Quelles ſont les lignes courbes, qu'on deſcrit en trouuant pluſieurs de leurs poins, qui peuuent eſtre receues en Geometrie.

Meſme il eſt a propos de remarquer qu'il y a grande difference, entre cete façon de trouuer pluſieurs poins | pour tracer vne ligne courbe, & celle dont on ſe ſert pour la Spirale & ſes ſemblables : car, par cete derniere, on ne trouue pas indifferemment tous les poins de la ligne qu'on cherche, mais ſeulement ceux qui peuuent eſtre determinés par quelque meſure plus ſimple que celle qui eſt requiſe pour la compoſer; & ainſi, a proprement parler, on ne trouue pas vn de ſes poins, c'eſt a dire pas vn de ceux qui luy ſont tellement propres qu'ils ne puiſſent eſtre troués que par elle. Au lieu qu'il n'y a aucun point, dans les lignes qui ſeruent a la queſtion propoſée, qui ne ſe puiſſe rencontrer entre ceux qui ſe determinent par la

façon tantoſt expliquée. Et pource que cete façon de trouuer vne ligne courbe, en trouuant indifferemment pluſieurs de ſes poins, ne s'eſtend qu'a celles qui peuuent auſſy eſtre deſcrites par vn mouuement regulier & continu, on ne la doit pas entierement reietter de la Geometrie.

Quelles ſont auſſy celles, qu'on deſcrit auec vne chorde, qui peuuent y eſtre receues.

Et on n'en doit pas reietter non plus celle où on ſe ſert d'vn fil, ou d'vne chorde repliée, pour determiner l'eſgalité ou la difference[a] de deux ou pluſieurs lignes droites qui peuuent eſtre tirées, de chaſque point de la courbe qu'on cherche, a certains autres poins, ou ſur certaines autres lignes, a certains angles : ainſi que nous auons fait en la Dioptrique pour expliquer l'Ellipſe & l'Hyperbole. Car, encore qu'on n'y puiſſe receuoir aucunes lignes qui ſemblent a des chordes, c'eſt a dire qui deuienent tantoſt droites & tantoſt courbes, a cauſe que, la proportion qui eſt entre les droites & les courbes n'eſtant pas connuë & meſme, ie croy, ne le pouuant eſtre par les hommes, on ne pourroit rien conclure de là qui | fuſt exact & aſſuré; toutefois, a cauſe qu'on ne ſe ſert de chordes, en ces conſtructions, que pour determiner des lignes droites dont on connoiſt parfaitement la longeur, cela ne doit point faire qu'on les reiette.

Que, pour trouuer toutes les proprietés des lignes courbes, il ſuffiſt de ſçauoir le rapport qu'ont tous leurs poins a ceux des lignes droites, & la

Or, de cela ſeul qu'on ſçait le rapport qu'ont tous les poins d'vne ligne courbe a tous ceux d'vne ligne droite, en la façon que i'ay expliquée, il eſt ayſé de trouuer auſſy le rapport qu'ils ont a tous les autres poins & lignes données; &, en ſuite, de connoiſtre les diametres, les aiſſieux, les centres, & autres lignes

a. *Lire* « l'eſgalité de la ſomme, ou de la difference » ?

façon de tirer d'autres lignes qui les couppent en tous ces poins a angles droits.

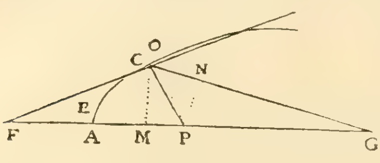
ou poins a qui chafque ligne courbe aura quelque rapport plus particulier, ou plus fimple, qu'aux autres ; & ainfi, d'imaginer diuers moyens pour les defcrire, & d'en choifir les plus faciles*. Et mefme on peut auffy, par cela feul, trouuer quafi tout ce qui peut eftre determiné touchant la grandeur de l'efpace qu'elles comprenent, fans qu'il foit befoin que i'en donne plus d'ouuerture*. Et enfin, pour ce qui eft de toutes les autres proprietés qu'on peut attribuer aux lignes courbes, elles ne dependent que de la grandeur des angles qu'elles font auec quelques autres lignes. Mais, lorfqu'on peut tirer des lignes droites qui les couppent a angles droits, aux poins où elles font rencontrées par celles auec qui elles font les angles qu'on veut mefurer, ou, ce que ie prens icy pour le mefme, qui couppent leurs contingentes, la grandeur de ces angles n'eft pas plus malayfée a trouuer que s'ils eftoient compris entre deux lignes droites. C'eft pourquoy ie croyray auoir mis icy tout ce qui eft requis pour les elemens des lignes courbes, lorfque i'auray generalement donné la façon de tirer des lignes droites qui tombent a angles droits fur|tels de leurs poins qu'on voudra choifir. Et i'ofe dire que c'eft cecy le problefme le plus vtile & le plus general, non feulement que ie fçache, mais mefme que i'aye iamais defiré de fçauoir en Geometrie.

Façon generale pour trouuer des lignes droites qui couppent les courbes données, ou leurs contingentes, a angles droits.

Soit CE la ligne courbe, & qu'il faille tirer vne ligne droite, par le point C*, qui face auec elle des angles droits. Ie fuppofe la chofe defia faite, & que la ligne cherchée eft CP, laquelle ie prolonge iufques

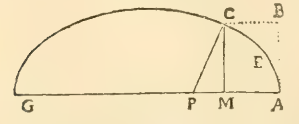
* H. — I. — K.

au point P, où elle rencontre la ligne droite GA, que ie ſuppoſe eſtre celle aux poins de laquelle on rapporte tous ceux de la ligne CE; en ſorte que, faiſant MA ou CB ∞ y, & CM ou BA ∞ x, i'ay quelque equation qui explique le rapport qui eſt entre x & y. Puis ie fais PC ∞ s, & PA ∞ v, ou PM ∞ $v-y$, &, a cauſe du triangle rectangle PMC, i'ay ss, qui eſt le quarré de la baze, eſgal a $xx+vv-2vy+yy$, qui ſont les quarrés des deux coſtés : c'eſt a dire i'ay



$$x \infty \sqrt{ss-vv+2vy-yy}, \text{ ou bien } y \infty v+\sqrt{ss-xx},$$

&, par le moyen de cete equation, i'oſte, de l'autre equation qui m'explique le rapport qu'ont tous les poins de la courbe CE a ceux de la droite GA, l'vne des deux quantités indeterminées x ou y : ce qui eſt ayſé a faire, en mettant partout $\sqrt{ss-vv+2vy-yy}$ au lieu d'x, & le quarré de cete ſomme au lieu d'xx, & ſon cube au lieu d'x^3; & ainſi des autres, ſi c'eſt x que ie veuille oſter : ou | bien, ſi c'eſt y, en mettant en ſon lieu $v+\sqrt{ss-xx}$, & le quarré ou le cube &c. de cete ſomme, au lieu d'yy ou y^3 &c. De façon qu'il reſte touſiours, aprés cela, vne equation, en laquelle il n'y a plus qu'vne ſeule quantité indeterminée, x ou y.



Comme, ſi CE eſt vne Ellipſe, & que MA ſoit le ſegment de ſon diametre auquel CM ſoit appliquée par ordre, & qui ait r pour ſon coſté droit, & q pour le

trauerſant, on a, par le 13 th. du 1 liu. d'Apollonius :

$$xx \propto ry - \frac{r}{q}yy,$$

d'où, oſtant xx, il reſte :

$$ss - vv + 2vy - yy \propto ry - \frac{r}{q}yy,$$

ou bien

$$yy + \frac{qry - 2qvy + qvv - qss}{q - r} \text{ eſgal a rien}^{\star}:$$

car il eſt mieux, en cet endroit, de conſiderer ainſi enſemble toute la ſomme, que d'en faire vne partie eſgale a l'autre.

Tout de meſme, ſi CE eſt la ligne courbe deſcrite par le mouuement d'vne Parabole* en la façon cy deſſus expliquée, & qu'on ait poſé b pour GA, c pour KL, & d pour le coſté droit du diametre KL en la parabole ; l'equation qui explique le rapport qui eſt entre x & y, eſt :

$$y^3 - byy - cdy + bcd + dxy \propto 0.$$

D'où oſtant x, on a

$$y^3 - byy - cdy + bcd + dy\sqrt{ss - vv + 2vy - yy},$$

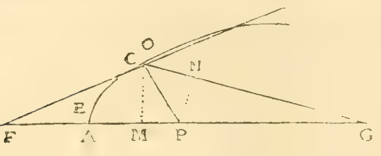
&, remettant en ordre ces termes par le moyen de la multiplication, il vient

$$y^6 - 2by^5 \begin{matrix} -2cd \\ +bb \\ +dd \end{matrix} \Bigg\} y^4 \begin{matrix} +4bcd \\ -2ddv \end{matrix} \Bigg\} y^3 \begin{matrix} -2bbcd \\ +ccdd \\ -ddss \\ +ddvv \end{matrix} \Bigg\} yy - 2bccddy + bbccdd \propto 0:$$

Et ainſi des autres.

* L. — M.

Meſme, encore que les poins de la ligne courbe ne ſe rapportaſſent pas en la façon que i'ay ditte a ceux d'vne ligne droite, mais en toute autre qu'on ſçauroit imaginer, on ne laiſſe pas de pouuoir touſiours auoir vne telle equation. Comme, ſi CE eſt vne ligne qui ait tel rapport aux trois poins F, G & A, que les lignes droites tirées de chaſcun de ſes poins, comme C, iuſques au point F, ſurpaſſent la ligne FA d'vne quantité qui ait certaine proportion donnée a vne autre quantité, dont GA ſurpaſſe les lignes tirées des meſmes poins iuſques a G. Faiſons GA ∞ b, AF ∞ c, &, prenant a diſcretion le point C dans la courbe, que la quantité dont CF ſurpaſſe FA, ſoit a celle dont GA ſurpaſſe GC, comme d a e : en ſorte que, ſi cete quantité, qui eſt indeterminée, ſe nomme z, FC eſt $c+z$, & GC eſt $b-\frac{e}{d}z$. Puis, poſant MA ∞ y, GM eſt $b-y$, & FM eſt $c+y$, & a cauſe du triangle rectangle CMG, oſtant le quarré de GM du quarré de GC, on a



le quarré de CM, qui eſt $\frac{ee}{dd}zz-\frac{2be}{d}z+2by-yy$.

Puis, oſtant le quarré de FM du quarré de FC, on a encore le quarré de CM en d'autres termes,

à ſçauoir $zz+2cz-2cy-yy$;

&, ces termes eſtant eſgaux aux precedens, ils ſont connoiſtre

y ou MA, qui eſt $\frac{ddzz+2cddz-eezz+2bdez}{2bdd+2cdd}$,

&, ſubſtituant cete ſomme au lieu d'y dans le quarré

de CM, on trouue qu'il s'exprime en ces termes :

$$\frac{bddzz + ceezz + 2bcddz - 2bcdez}{bdd + cdd} - yy.$$

Puis, ſuppoſant que la ligne droite PC rencontre la courbe a angles droits au point C, & faiſant PC ∞ s, & PA ∞ v comme deuant, PM eſt $v-y$; &, a cauſe du triangle rectangle PCM, on a

$$ss - vv + 2vy - yy \text{ pour le quarré de CM,}$$

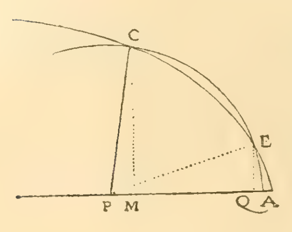
où derechef ayant, au lieu d'y, ſubſtitué la ſomme qui luy eſt eſgale, il vient :

$$zz + \frac{2bcddz - 2bcdez - 2cddvz - 2bdevz - bddss + bddvv - cddss + cddvv}{bdd + cee + eev - ddv} \infty 0,$$

pour l'equation que nous cherchions.

Or, aprés qu'on a trouué vne telle equation, au lieu de s'en ſeruir pour connoiſtre les quantités x ou y ou z, qui ſont deſia données, puiſque le point C eſt donné, on la doit employer a trouuer v ou s, qui determinent le point P qui eſt demandé. Et, a cet effect, il faut conſiderer que, ſi ce point P eſt tel qu'on le deſire, le cercle dont il ſera le centre & qui paſſera par le point C, y touchera la ligne courbe CE ſans la coupper; mais que, ſi ce point P eſt tant ſoit peu plus proche ou plus eſloigné du point | A qu'il ne doit, ce cercle couppera la courbe, non ſeulement au point C, mais auſſy, neceſſairement, en quelque autre. Puis il faut auſſy conſiderer que, lorſque ce cercle couppe la ligne courbe CE, l'equation par laquelle on cherche la quantité x ou y, ou quelque autre ſemblable, en ſuppoſant PA & PC eſtre connuës, contient neceſſairement deux racines qui ſont ineſgales. Car, par exemple, ſi ce cercle

couppe la courbe aux poins C & E, ayant tiré EQ parallele a CM, les noms des quantités indeterminées, x & y, conuiendront auſſy bien aux lignes EQ & QA qu'a CM & MA; puis PE eſt eſgale a PC, a cauſe du cercle : ſi bien que, cherchant les lignes EQ & QA par PE & PA, qu'on ſuppoſe comme données, on aura la meſme equation que ſi on cherchoit CM & MA par PC, PA. D'où il ſuit euidemment que la valeur d'x ou d'y, ou de telle autre quantité qu'on aura ſuppoſée, ſera double en cete equation : c'eſt a dire qu'il y aura deux racines ineſgales entre elles, & dont l'vne ſera CM, l'autre EQ, ſi c'eſt x qu'on cherche; ou bien l'vne ſera MA & l'autre QA, ſi c'eſt y : & ainſi des autres. Il eſt vray que, ſi le point E ne ſe trouue pas du meſme coſté de la courbe que le point C, il n'y aura que l'vne de ces deux racines qui ſoit vraye, & l'autre ſera renuerſée ou moindre que rien : mais, plus ces deux poins, C & E, ſont proches l'vn de l'autre, moins il y a de difference entre ces deux raci|nes ; & enfin elles ſont entierement eſgales, s'ils ſont tous deux ioins en vn, c'eſt a dire ſi le cercle qui paſſe par C y touche la courbe CE ſans la coupper.



De plus, il faut conſiderer que, lorſqu'il y a deux racines eſgales en vne equation, elle a neceſſairement la meſme forme que ſi on multiplie, par ſoy meſme, la quantité qu'on y ſuppoſe eſtre inconnuë, moins la quantité connuë qui luy eſt eſgale ; & qu'aprés cela, ſi cete derniere ſomme n'a pas tant de dimenſions que

la precedente, on la multiplie par vne autre ſomme qui en ait autant qu'il luy en manque : affin qu'il puiſſe y auoir ſeparément equation entre chaſcun des termes de l'vne & chaſcun des termes de l'autre.

Comme, par exemple, ie dis que la premiere equation trouuée cy deſſus,

$$\text{a ſçauoir } yy + \frac{qry - 2qvy + qvv - qss}{q - r},$$

doit auoir la meſme forme que celle qui ſe produiſt en faiſant e eſgal a y, & multipliant $y - e$ par ſoy meſme : d'où il vient

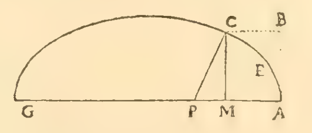
$$yy - 2ey + ee :$$

en ſorte qu'on peut comparer ſeparement chaſcun de leurs termes & dire que, puiſque le premier, qui eſt yy, eſt tout le meſme en l'vne qu'en l'autre,

le ſecond, qui eſt en l'vne $\frac{qry - 2qvy}{q - r}$,
eſt eſgal au ſecond de l'autre, qui eſt $-2ey$.

D'où, cherchant la quantité v, qui eſt la ligne PA, on a

$$v \infty e - \frac{r}{q}e + \frac{1}{2}r,$$



ou bien, a cauſe que nous auons ſuppoſé e eſgal a y, on a

$$v \infty y - \frac{r}{q}y + \frac{1}{2}r.$$

Et | ainſi, on pourroit trouuer s par le troiſieſme terme :

$$ee \infty \frac{qvv - qss}{q - r};$$

mais, pource que la quantité v determine aſſés le point P, qui eſt le ſeul que nous cherchions, on n'a pas beſoin de paſſer outre.

Tout de mefme, la feconde equation trouuée cy deffus, a fçauoir :

$$y^6 - 2by^5 \left.\begin{matrix} -2cd \\ +\ bb \\ +\ dd \end{matrix}\right\} y^4 \left.\begin{matrix} +4bcd \\ -2ddv \end{matrix}\right\} y^3 \left.\begin{matrix} -2bbcd \\ +\ ccdd \\ -\ ddss \\ +\ ddvv \end{matrix}\right\} yy - 2bccddy + bbccdd,$$

doit auoir mefme forme que la fomme qui fe produift, lorfqu'on multiplie

$$yy - 2ey + ee$$
$$\text{par } y^4 + fy^3 + ggyy + h^3y + k^4,$$

qui eft

$$y^6 \left.\begin{matrix} +\ f \\ -2e \end{matrix}\right\} y^5 \left.\begin{matrix} +gg \\ -2ef \\ +ee \end{matrix}\right\} y^4 \left.\begin{matrix} +h^3 \\ -2egg \\ +eef \end{matrix}\right\} y^3 \left.\begin{matrix} +k^4 \\ -2eh^3 \\ +eegg \end{matrix}\right\} yy \left.\begin{matrix} -2ek^4 \\ +eeh^3 \end{matrix}\right\} y + eek^4;$$

de façon que, de ces deux equations, i'en tire fix autres, qui feruent a connoiftre les fix quantités f, g, h, k, v & s. D'où il eft fort ayfé a entendre que, de quelque genre que puiffe eftre la ligne courbe propofée, il vient toufiours, par cete façon de proceder, autant d'equations qu'on eft obligé de fuppofer de quantités qui font inconnuës. Mais, pour demefler par ordre ces equations & trouuer enfin la quantité v, qui eft la feule dont on a befoin, & a l'occafion de laquelle on cherche les autres; il faut, premierement, par le fecond terme chercher f, la premiere des quantités inconnuës de la derniere fomme; & on trouue

$$f \infty 2e - 2b.$$

Puis, par le dernier, il faut chercher k, la derniere des quantités inconnuës de la mefme fomme; & on trouue

$$k^4 \infty \frac{bbccdd}{ee}.$$

Puis, par le troisiesme terme, il faut chercher g, la seconde quantité, & on a

$$gg \propto 3ee - 4be - 2cd + bb + dd.$$

Puis, par le penultiesme, il faut chercher h, la penultiesme quantité, qui est

$$h^3 \propto \frac{2bbccdd}{e^3} - \frac{2bccdd}{ee}.$$

Et ainsi il faudroit continuer, suiuant ce mesme ordre, iusques a la derniere, s'il y en auoit dauantage en cete somme ; car c'est chose qu'on peut tousiours faire en mesme façon.

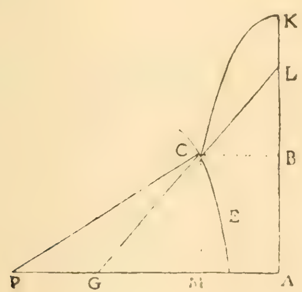
Puis, par le terme qui suit en ce mesme ordre, qui est icy le quatriesme, il faut chercher la quantité v, & on a

$$v \propto \frac{2e^3}{dd} - \frac{3bee}{dd} + \frac{bbe}{dd} - \frac{2ce}{d} + e + \frac{2bc}{d} + \frac{bcc}{ee} - \frac{bbcc}{e^3};$$

où mettant y au lieu d'e, qui lui est esgal, on a

$$v \propto \frac{2y^3}{dd} - \frac{3byy}{dd} + \frac{bby}{dd} - \frac{2cy}{d} + y + \frac{2bc}{d} + \frac{bcc}{yy} - \frac{bbcc}{y^3},$$

pour la ligne A P.



Et ainsi la troisiesme equation, qui est

$$zz + \frac{2bcddz - 2bcdez - 2cddvz - 2bdevz - bddss + bddvv - cddss + cddvv}{bdd + cee + eev - ddv},$$

a la mesme forme que

$$zz - 2fz + ff,$$

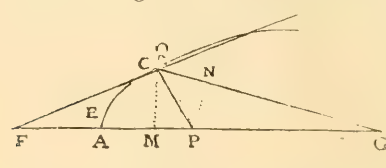
en supposant f esgal a z : si bien que il y a derechef equation entre

$$-2f \text{ ou } -2z \;\&\; \frac{+2bcdd - 2bcde - 2cddv - 2bdev}{bdd + cee + eev - ddv} :$$

D'où on connoist que la quantité

$$v \text{ est } \frac{bcdd - bcde + bddz + ceez}{cdd + bde - eez + ddz}.$$

C'est pourquoy, composant la ligne AP de cete somme esgale a v, dont toutes les quantités sont connuës, & tirant, du point P ainsi trouué, vne ligne droite vers C, elle y couppe la courbe CE a angles droits : qui est ce qu'il falloit faire. Et ie ne voy rien qui empesche qu'on n'estende ce problesme, en mesme façon, a toutes les lignes courbes qui tombent sous quelque calcul Geometrique.



Mesme il est a remarquer, touchant la derniere somme, qu'on prent a discretion pour remplir le nombre des dimensions de l'autre somme, lorsqu'il y en manque, comme nous auons pris tantost :

$$y^4 + fy^3 + ggyy + h^3y + k^4,$$

que les signes, + & —, y peuuent estre supposés tels qu'on veut, sans que la ligne v ou AP se trouue diuerse pour cela, comme vous pourrés aysement voir par experience : car, s'il falloit que ie m'arestasse a

demonſtrer tous les theoreſmes dont ie | fais quelque mention, ie ſerois contraint d'eſcrire vn volume beaucoup plus gros que ie ne deſire. Mais ie veux bien, en paſſant, vous auertir que l'inuention de ſuppoſer deux equations de meſme forme, pour comparer ſeparement tous les termes de l'vne a ceux de l'autre, & ainſi en faire naiſtre pluſieurs d'vne ſeule, dont vous aués vû icy vn exemple, peut ſeruir a vne infinité d'autres Probleſmes & n'eſt pas l'vne des moindres de la methode dont ie me ſers.

Ie n'adiouſte point les conſtructions par leſquelles on peut deſcrire les contingentes ou les perpendiculaires cherchées, en ſuite du calcul que ie viens d'expliquer, a cauſe qu'il eſt touſiours ayſé de les trouuer, bien que, ſouuent, on ait beſoin d'vn peu d'adreſſe pour les rendre courtes & ſimples.

Exemple de la conſtruction de ce probleſme en la conchoide.

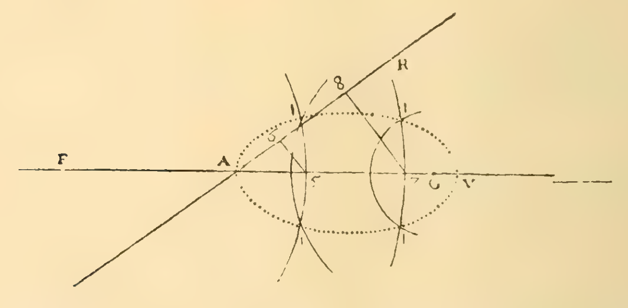
Comme, par exemple, ſi DC eſt la premiere conchoide des anciens, dont A ſoit le pole, & BH la regle : en ſorte que toutes les lignes droites qui regardent vers A, & ſont compriſes entre la courbe CD & la droite BH, comme DB & CE, ſoient eſgales : & qu'on veuille trouuer la ligne CG, qui la couppe au point C a angles droits*, on pourroit, en cherchant dans la ligne BH le point par où cete ligne CG doit paſſer, ſelon la methode icy | expliquée, s'engager dans vn

* N.

calcul autant ou plus long qu'aucun des precedens. Et toutefois la conſtruction, qui deuroit aprés en eſtre deduite, eſt fort ſimple. Car il ne faut que prendre CF en la ligne droite CA, & la faire eſgale a CH, qui eſt perpendiculaire ſur HB ; puis, du point F, tirer FG parallele a BA & eſgale a EA : au moyen de quoy on a le point G, par lequel doit paſſer CG, la ligne cherchée*.

Explication de 4 nouueaux genres d'Ouales, qui ſeruent a l'Optique.

Au reſte, affin que vous ſçachiés que la conſideration des lignes courbes, icy propoſée, n'eſt pas ſans vſage, & qu'elles ont diuerſes proprietés qui ne cedent en rien a celles des ſections coniques, ie veux encore adiouſter icy l'explication de certaines Ouales, que vous verrés eſtre tres vtiles pour la Theorie de la Catoptrique & de la Dioptrique. Voycy la façon dont ie les deſcris.



Premierement, ayant tiré les lignes droites FA & AR, qui s'entrecouppent au point A, ſans qu'il importe a quels angles, ie prens, en l'vne, le point F a diſcretion, c'eſt a dire plus ou moins eſloigné du point A, ſelon que | ie veux faire ces Ouales plus ou moins

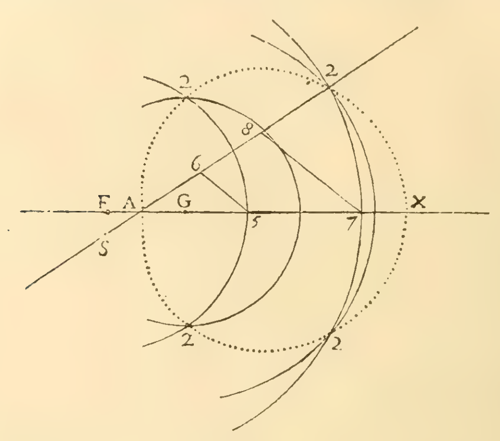
* O.

grandes; & de ce point F, comme centre, ie defcris vn cercle qui paffe quelque peu au delà du point A, comme par le point 5. Puis, de ce point 5, ie tire la ligne droite 56, qui couppe l'autre au point 6, en forte qu'A6 foit moindre qu'A5 felon telle proportion donnée qu'on veut, a fçauoir felon celle qui mefure les Refractions, fi on s'en veut feruir pour la Dioptrique. Aprés cela, ie prens auffy le point G en la ligne FA, du cofté où eft le point 5, a difcretion, c'eft a dire en faifant que les lignes AF & GA ont entre elles telle proportion donnée qu'on veut. Puis ie fais RA efgale a GA en la ligne A6, &, du centre G, defcriuant vn cercle dont le rayon foit efgal a R6, il couppe l'autre cercle, de part & d'autre, au point 1, qui eft l'vn de ceux par où doit paffer la premiere des Ouales cherchées. Puis derechef, du centre F, ie defcris vn cercle qui paffe vn peu au deça ou au delà du point 5, comme par le point 7; & ayant tiré la ligne droite 78 parallele a 56, du centre G ie defcris vn autre cercle, dont le rayon eft efgal a la ligne R8; & ce cercle couppe celuy qui paffe par le point 7, au point 1, qui eft encore l'vn de ceux de la mefme Ouale. Et ainfi on en peut trouuer autant d'autres qu'on voudra, en tirant derechef d'autres lignes paralleles a 78, & d'autres cercles des centres F & G.

Pour la feconde Ouale[a], il n'y a point de difference, finon qu'au lieu d'AR, il faut, de l'autre cofté du point A, prendre AS efgal a AG, & que le rayon du cercle defcrit, du centre G, pour coupper celuy qui eft defcrit du centre F & qui paffe par le point 5, foit

a. Géométriquement identique à la 3e, comme la 1re l'est à la 4e.

efgal a la | ligne S6 : ou qu'il foit efgal a S8, fi c'eft pour coupper celuy qui paffe par le point 7 : & ainfi

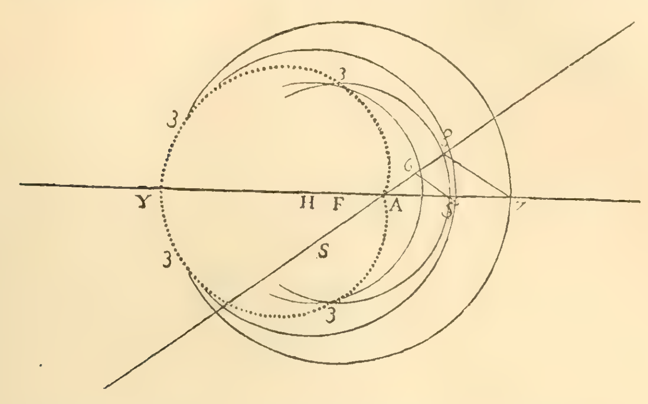


des autres. Au moyen de quoy ces cercles s'entrecouppent aux poins marqués 2, 2, qui font ceux de cete feconde Ouale, A 2 X*.

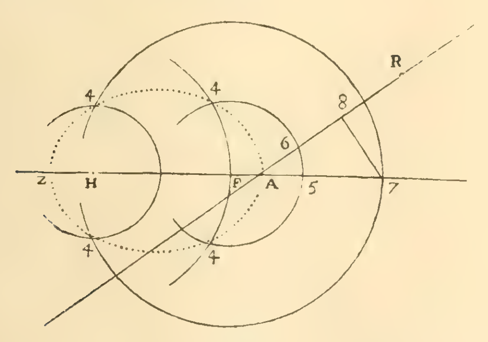
Pour la troifiefme & la quatriefme, au lieu de la ligne AG, il faut prendre AH de l'autre cofté du point A, a fçauoir du mefme qu'eft le point F. Et il y a icy, de plus, a obferuer que cete ligne AH doit eftre plus grande que AF, laquelle peut mefme eftre nulle, en forte que le point F fe rencontre où eft le point A, en la defcription de toutes ces Ouales. Aprés cela, les lignes AR & AS eftant efgales a AH, pour defcrire la troifiefme Ouale, A 3 Y, ie fais vn cercle, du centre H, dont le rayon eft | efgal a S6, qui couppe, au point 3, celuy du centre F qui paffe par le point 5 ; & vn autre, dont le rayon eft efgal a S8, qui couppe celuy qui

* OO (1659).

paſſe par le point 7, au point auſſy marqué 3 : & ainſi des autres. Enfin pour la derniere | Ouale, ie fais des

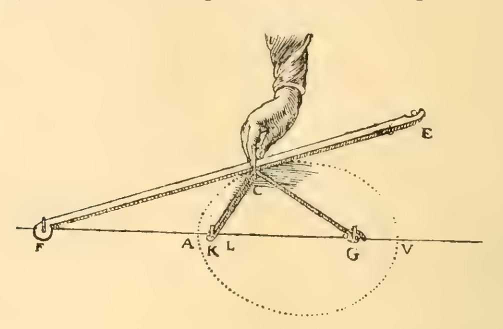


cercles du centre H, dont les rayons ſont eſgaux aux lignes R6, R8 & ſemblables, qui couppent les autres cercles aux poins marqués 4.



On pourroit encore trouuer vne infinité d'autres moyens pour deſcrire ces meſmes ouales : comme, par exemple, on peut tracer la premiere, A V, lorſqu'on ſuppoſe les lignes FA & AG eſtre eſgales, ſi on diuiſe

la toute FG au point L, en ſorte que FL ſoit a LG comme A5 a A6, c'eſt a dire qu'elles ayent la proportion qui meſure les refractions. Puis, ayant diuiſé AL en deux parties eſgales au point K, qu'on face tourner vne reigle, comme FE, autour du point F, en preſſant du doigt C la chorde EC, qui, eſtant attachée au bout de cete reigle vers E, ſe replie de C vers K, puis de K de-



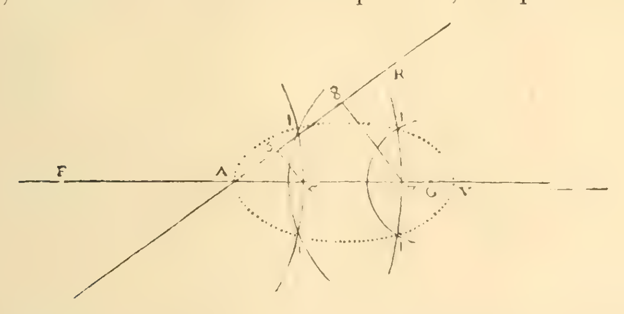
rechef vers C, & de C vers G, où ſon autre bout ſoit attaché; en ſorte que la longeur de cete chorde ſoit compoſée de celle des lignes GA plus AL plus FE moins AF. Et ce ſera le mouuement du point C qui deſcrira cete ouale, a l'imitation de ce qui a eſté dit, en la Dioptrique, de l'Ellipſe | & de l'Hyperbole. Mais ie ne veux point m'areſter plus long tems ſur ce ſuiet.

Or, encore que toutes ces ouales ſemblent eſtre quaſi de meſme nature, elles ſont neanmoins de 4 diuers genres, chaſcun deſquels contient ſous ſoy vne infinité d'autres genres, qui derechef contienent chaſcun autant de diuerſes eſpeces que fait le genre des Ellipſes, ou celuy des Hyperboles. Car, ſelon que la proportion qui eſt entre les lignes A5, A6, ou ſem-

blables, eſt differente, le genre ſubalterne de ces ouales eſt different. Puis, ſelon que la proportion qui eſt entre les lignes AF & AG ou AH eſt changée, les ouales de chaſque genre ſubalterne changent d'eſpece. Et ſelon qu'AG, ou AH, eſt plus ou moins grande, elles ſont diuerſes en grandeur. Et ſi les lignes A5 & A6 ſont eſgales, au lieu des ouales du premier genre ou du troiſieſme, on ne deſcrit que des lignes droites ; mais, au lieu de celles du ſecond, on a toutes les Hyperboles poſſibles, &, au lieu de celles du dernier, toutes les Ellipſes.

Les proprietés de ces ouales, touchant les reflexions & les refractions.

Outre cela, en chaſcune de ces ouales, il faut conſiderer deux parties, qui ont diuerſes proprietés : a ſçauoir, en la premiere, la partie qui eſt vers A fait que les rayons qui, eſtant dans l'air, vienent du point F, ſe retournent tous vers le point G, lorſqu'ils ren-



contrent la ſuperficie conuexe d'vn verre dont la ſuperficie eſt 1A1, & dans lequel les refractions ſe font telles que, ſuiuant ce qui a eſté dit en la Dioptrique, elles peuuent toutes eſtre meſurées par la proportion qui eſt entre les lignes A5 & A6, ou ſemblables par l'ayde deſquelles on a deſcrit cete ouale.

| Mais la partie qui eſt vers V, fait que les rayons qui vienent du point G ſe refleſchiroient tous vers F, s'ils y rencontroient la ſuperficie concaue d'vn miroir, dont la figure fuſt 1 V 1, & qui fuſt de telle matiere qu'il diminuaſt la force de ces rayons ſelon la proportion qui eſt entre les lignes A 5 & A 6. Car, de ce qui a eſté demonſtré en la Dioptrique, il eſt euident que, cela poſé, les angles de la reflexion ſeroient ineſgaux, auſſy bien que ſont ceux de la refraction, & pourroient eſtre meſurés en meſme ſorte*.

En la ſeconde ouale, la partie 2 A 2 ſert encore pour les reflexions dont on ſuppoſe les angles eſtre ineſgaux : car, eſtant en la ſuperficie d'vn miroir compoſé de meſme matiere que le precedent, elle ſeroit tellement refleſchir tous les rayons qui viendroient du point G, qu'ils ſembleroient, aprés eſtre refleſchis, venir du point F. Et il eſt a remarquer qu'ayant fait la ligne A G beaucoup | plus grande que A F, ce miroir ſeroit conuexe au milieu, vers A, & concaue aux extremités : car telle eſt la figure de cete ligne, qui, en cela, repreſente plutoſt vn cœur qu'vne ouale.

Mais ſon autre partie, 2 X 2 [a], ſert pour les refractions & fait que les rayons qui, eſtant dans l'air, tendent vers F, ſe detournent vers G, en trauerſant la ſuperficie d'vn verre qui en ait la figure.

La troiſieſme ouale ſert toute aux refractions & fait que les rayons qui, eſtant dans l'air, tendent vers F, ſe vont rendre vers H, dans le verre, aprés qu'ils ont trauerſé ſa ſuperficie, dont la figure eſt A 3 Y 3, qui eſt

* P.

a. 2 X 2 *Schooten*, X 2 *Desc.*

conuexe par tout, excepté vers A, où elle eſt vn peu concaue : en ſorte qu'elle a la figure d'vn cœur auſſy bien que la precedente*. Et la difference qui eſt entre les deux parties de cete ouale, conſiſte en ce que le point F eſt plus proche de l'vne que n'eſt le point H, & qu'il eſt plus eſloigné de l'autre que ce meſme point H.

En meſme façon, la derniere ouale ſert toute aux reflexions & fait que, ſi les rayons qui vienent du point H rencontroient la ſuperficie concaue d'vn miroir de meſme matiere que les precedens, & dont la figure fuſt A 4 Z 4, ils ſe refleſchiroient tous vers F.

De façon qu'on peut nommer les poins F & G ou H les poins bruſlans de ces ouales, a l'exemple de ceux des Ellipſes & des Hyperboles qui ont eſté ainſi nommés en la Dioptrique.

Demonſtration des proprietés de ces ouales touchant les reflexions & refractions.

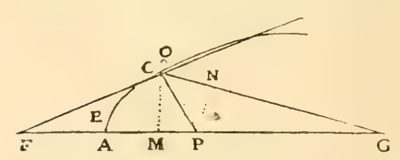
I'omets quantité d'autres refractions, & reflexions, qui ſont reiglées par ces meſmes ouales : car, n'eſtant que les conuerſes ou les contraires de celles cy, elles en | peuuent facilement eſtre deduites. Mais il ne faut pas que i'omette la demonſtration de ce que i'ay dit : &, a cet effect, prenons, par exemple, le point C a diſcretion en la premiere partie de la premiere de ces ouales; puis tirons la ligne droite CP, qui couppe la courbe au point C a angles droits : ce qui eſt facile par le probleſme precedent. Car, prenant b pour AG,

* PP (1659).

c pour AF, $c + z$ pour FC, & fuppofant que la proportion qui eft entre *d* & *e*, que ie prendray icy toufiours pour celle qui mefure les refractions du verre propofé, defigne auffy celle qui eft entre les lignes A5 & A6, ou femblables qui ont ferui pour defcrire cete ouale : ce qui donne $b - \frac{e}{d} z$ pour GC : on trouue que la ligne AP eft

$$\frac{bcdd - bcde + bddz + ceez}{bde + cdd + ddz - ceez},$$

ainfi qu'il a efté monftré cy deffus. De plus, du point P, ayant tiré PQ a angles droits fur la droite FC, & PN auffy a angles droits fur GC, confiderons que, fi PQ eft a PN comme *d* eft a *e*, c'eft a dire comme les lignes qui mefurent les refractions du verre conuexe AC, le rayon qui vient du point F au point C, doit tellement s'y courber, en entrant dans ce verre, qu'il s'aille rendre aprés vers G : ainfi qu'il eft tres euident de ce qui a efté dit en la Dioptrique. Puis enfin, voyons par le calcul s'il eft vray que PQ foit a PN comme *d* eft a *e*. Les triangles rectangles PQF & CMF font femblables : d'où il fuit que CF eft a CM comme FP eft a PQ : &, par confequent, que FP, eftant multipliée par CM & diuifée par CF, eft efgale a PQ. Tout de mefme, les triangles rectangles PNG & CMG font femblables; d'où il fuit que GP, multipliée par CM & diuifée par CG, eft efgale a PN. Puis, a caufe que les multiplications ou diuifions, qui fe font de deux quantités par vne mefme, ne changent point la



proportion qui eſt entre elles; ſi FP, multipliée par CM & diuiſée par CF, eſt a GP, multipliée auſſy par CM & diuiſée par CG, comme d eſt a e; en diuiſant l'vne & l'autre de ces deux ſommes par CM, puis les multipliant toutes deux par CF &, de rechef, par CG, il reſte : FP multipliée par CG, qui doit eſtre a GP, multipliée par CF, comme d eſt a e. Or, par la conſtruction,

$$\text{FP eſt } c + \frac{bcdd - bcde + bddz + ceez}{bde + cdd + ddz - eez},$$

$$\text{ou bien FP} \infty \frac{bcdd + ccdd + bddz + cddz}{bde + cdd + ddz - eez},$$

$$\text{\& CG eſt } b - \frac{e}{d}z.$$

Si bien que, multipliant FP par CG, il vient :

$$\frac{bbcdd + bccdd + bbddz + bcddz - bcdez - ccdez - bdezz - cdezz}{bde + cdd + ddz - eez}.$$

Puis

$$\text{GP eſt } b \frac{-bcdd + bcde - bddz - ceez}{bde + cdd + ddz - eez},$$

$$\text{ou bien GP} \infty \frac{bbde + bcde - beez - ceez}{bde + cdd + ddz - eez};$$

$$\text{\& CF eſt } c + z.$$

Si bien, que, multipliant GP par CF, il vient

$$\frac{bbcde + bccde - bceez - cceez + bbdez + bcdez - beezz - ceezz}{bde + cdd + ddz - eez}.$$

Et, pource que la premiere de ces ſommes, diuiſée par d, eſt la meſme que la ſeconde diuiſée par e, il eſt manifeſte que FP, multipliée par CG, eſt a GP, multipliée par CF,|c'eſt a dire que PQ eſt a PN comme d eſt a e. Qui eſt tout ce qu'il falloit demonſtrer.

Et ſçachés que cete meſme demonſtration s'eſtend a tout ce qui a eſté dit des autres refractions, ou reflexions, qui ſe font dans les ouales propoſées, ſans

qu'il y faille changer aucune choſe que les ſignes + & — du calcul. C'eſt pourquoy chaſcun les peut ayſement examiner de ſoy meſme, ſans qu'il ſoit beſoin que ie m'y areſte.

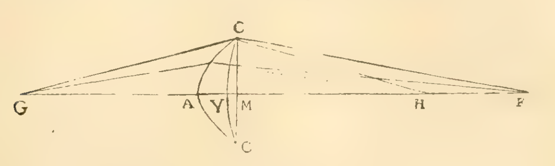
Mais il faut, maintenent, que ie ſatisface a ce que i'ay omis en la Dioptrique, lorſqu'aprés auoir remarqué qu'il peut y auoir des verres de pluſieurs diuerſes figures, qui facent, auſſy bien l'vn que l'autre, que les rayons venans d'vn meſme point de l'obiet s'aſſemblent tous en vn autre point, aprés les auoir trauerſés; & qu'entre ces verres, ceux qui ſont fort conuexes d'vn coſté, & concaues de l'autre, ont plus de force pour bruſler que ceux qui ſont eſgalement conuexes des deux coſtés; au lieu que, tout au contraire, ces derniers ſont les meilleurs pour les lunetes; ie me ſuis contenté d'expliquer ceux que i'ay crû eſtre les meilleurs pour la prattique, en ſuppoſant la difficulté que les artiſans peuuent auoir a les tailler. C'eſt pourquoy, affin qu'il ne reſte rien a ſouhaiter touchant la theorie de cete ſcience, ie doy expliquer encore icy la figure des verres qui, ayant l'vne de leurs ſuperficies autant conuexe, ou concaue, qu'on voudra, ne laiſſent pas de faire que tous les rayons, qui vienent vers eux d'vn meſme point ou paralleles, s'aſſemblent aprés en vn meſme point; & celle des verres qui ſont le ſemblable, eſtant eſgalement conuexes des deux coſtés, ou bien la|conuexité de l'vne de leurs ſuperficies ayant la proportion donnée a celle de l'autre.

Comment on peut faire vn verre autant conuexe, ou concaue, en l'vne de ſes

Poſons, pour le premier cas, que, les poins G, Y, C & F eſtant donnés, les rayons qui vienent du point G, ou bien qui ſont paralleles a G A, ſe doiuent aſſembler

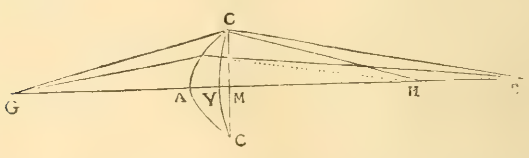
au point F, aprés auoir trauerſé vn verre ſi concaue, qu'Y eſtant le milieu de ſa ſuperficie interieure, l'ex-

ſuperficies, qu'on voudra, qui raſſemble a vn point donné tous les rayons qui vienent d'vn autre point donné.



tremité en ſoit au point C; en ſorte que la chorde CMC & la fleche YM de l'arc CYC ſont données. La queſtion va là que, premierement, il faut conſiderer de laquelle des ouales expliquées la ſuperficie du verre YC doit auoir la figure, pour faire que tous les rayons qui, eſtant dedans, tendent vers vn meſme point, comme vers H qui n'eſt pas encore connu, s'aillent rendre vers vn autre, a ſçauoir vers F, aprés en eſtre ſortis. Car il n'y a aucun effect, touchant le rapport des rayons changé par reflexion ou refraction d'vn point a vn autre, qui ne puiſſe eſtre cauſé par quelqu'vne de ces ouales; & on voit ayſement que cetuy cy le peut eſtre par la partie de la troiſieſme ouale qui a tantoſt eſté marquée 3 A 3, ou par celle de la meſme qui a eſté marquée 3 Y 3, ou enfin par la partie de la ſeconde qui a eſté marquée 2 X 2. Et, pource que ces trois tombent icy ſous meſme calcul, on doit, tant pour l'vne que pour l'autre, prendre Y pour|leur ſommet, C pour l'vn des poins de leur circonference, & F pour l'vn de leurs poins bruſlans; aprés quoy il ne reſte plus a chercher que le point H, qui doit eſtre l'autre point bruſlant. Et on le trouue en conſiderant que la difference qui eſt entre les lignes FY & FC, doit eſtre a celle qui eſt entre les lignes HY

& HC, comme *d* eſt a *e,* c'eſt a dire comme la plus grande des lignes qui meſurent les refractions du verre propoſé eſt a la moindre; ainſi qu'on peut voir manifeſtement de la deſcription de ces ouales. Et pource que les lignes FY & FC ſont données, leur difference l'eſt auſſy, &, en ſuite, celle qui eſt entre HY & HC, pource que la proportion qui eſt entre ces deux differences eſt donnée. Et de plus, a cauſe que YM eſt donnée, la difference qui eſt entre MH & HC l'eſt auſſy; & enfin, pource que CM eſt donnée, il ne reſte plus qu'a trouuer MH, le coſté du triangle rectangle CMH, dont on a l'autre coſté CM; & on a auſſy la difference qui eſt entre CH, la baze, & MH,



le coſté demandé. D'où il eſt ayſé de le trouuer. Car, ſi on prent *k* pour l'excés de CH ſur MH, & *n* pour la longeur de la ligne CM, on aura $\frac{nn}{2k} - \frac{1}{2}k$ pour MH. Et aprés auoir ainſi <cherché> le point H, s'il ſe trouue plus loin du point Y | que n'en eſt le point F, la ligne CY doit eſtre la premiere partie de l'ouale du troiſieſme genre, qui a tantoſt eſté nommée 3A3. Mais ſi HY eſt moindre que FY, ou bien elle ſurpaſſe HF de tant, que leur difference eſt plus grande, a raiſon de la toute FY, que n'eſt *e,* la moindre des lignes qui meſurent les refractions, comparée auec *d,* la plus grande : c'eſt a dire que, faiſant HF ∞ c, & HY ∞ $c + h$, dh eſt plus grande que $2ce + eh$; & lors CY doit eſtre la

ſeconde partie de la meſme ouale du troiſieſme genre, qui a tantoſt eſté nommée 3 Y 3. Ou bien dh eſt eſgale ou moindre que $2ce + eh$: & lors C Y doit eſtre la ſeconde partie de l'ouale du ſecond genre, qui a cy deſſus eſté nommée 2 X 2. Et enfin, ſi le point H eſt le meſme que le point F, ce qui n'arriue que lorſque F Y & F C ſont eſgales, cete ligne Y C eſt vn cercle.

Aprés cela, il faut chercher C A C, l'autre ſuperficie de ce verre, qui doit eſtre vne Ellipſe dont H ſoit le point bruſlant, ſi on ſuppoſe que les rayons qui tombent deſſus ſoient paralleles, & lors il eſt ayſé de la trouuer. Mais ſi on ſuppoſe qu'ils vienent du point G, ce doit eſtre la premiere partie d'vne ouale du premier genre, dont les deux poins bruſlans ſoient G & H, & qui paſſe par le point C : d'où on trouue le point A pour le ſommet de cete ouale, en conſiderant que G C doit eſtre plus grande que G A d'vne quantité qui ſoit a celle dont H A ſurpaſſe H C, comme d a e. Car, ayant pris k pour la difference qui eſt entre C H & H M, ſi on ſuppoſe x pour A M, on aura $x - k$ pour la difference qui eſt entre A H & C H : puis, ſi on prent g pour celle qui eſt entre G C & G M, qui ſont données, on aura $g + x$ pour celle qui eſt entre G C & G A; & pource que cete derniere, $g + x$, eſt a l'autre, $x - k$, comme d eſt a e, on a :

$$ge + ex \propto dx - dk$$

ou bien $\frac{ge + dk}{d - e}$ pour la ligne x ou A M, par laquelle on determine le point A qui eſtoit cherché.

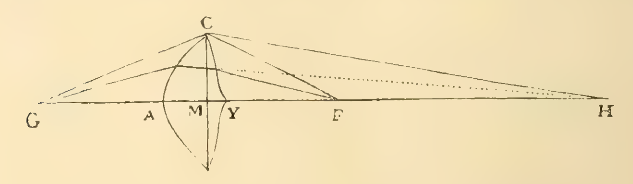
Poſons maintenant, pour l'autre cas, qu'on ne donne que les poins G, C & F, auec la proportion qui eſt

Comment on peut faire vn verre qui ait le meſme

effect que le precedent, & que la conuexité de l'vne de ses superficies ait la proportion donnée auec celle de l'autre.

entre les lignes AM & YM, & qu'il faille trouuer la figure du verre ACY, qui face que tous les rayons qui vienent du point G s'assemblent au point F.

On peut de rechef icy se seruir de deux ouales, dont l'vne, AC, ait G & H pour ses poins bruslans, & l'autre, CY, ait F & H pour les siens. Et pour les trouuer, premierement, supposant le point H, qui est commun a toutes deux, estre connu, ie cherche AM par les trois poins G, C, H, en la façon tout maintenent expliquée : a sçauoir, prenant k pour la difference qui est



entre CH & HM, & g pour celle qui est entre GC & GM; & AC estant la premiere partie de l'ouale du premier genre, i'ay $\frac{ge+dk}{d-e}$ pour AM. Puis ie cherche aussy MY par les trois poins F, C, H, en sorte que CY soit la premiere partie d'vne ouale du troisiesme genre : & prenant y pour MY, | & f pour la difference qui est entre CF & FM, i'ay $f+y$ pour celle qui est entre CF & FY : puis, ayant desia k pour celle qui est entre CH & HM, i'ay $k+y$ pour celle qui est entre CH & HY, que ie sçay deuoir estre a $f+y$ comme e est a d, a cause de l'ouale du troisiesme genre. D'où ie trouue que y ou MY est $\frac{fe-dk}{d-e}$; puis, ioignant ensemble les deux quantités trouuées pour AM & MY, ie trouue $\frac{ge+fe}{d-e}$ pour la toute AY. D'où il suit que, de quelque costé que soit supposé le point H, cete ligne AY est touf-

iours compoſée d'vne quantité qui eſt a celle dont les deux enſemble, GC & CF, ſurpaſſent la toute GF, comme *e*, la moindre des deux lignes qui ſeruent a meſurer les refractions du verre propoſé, eſt a $d-e$, la difference qui eſt entre ces deux lignes : ce qui eſt vn aſſés beau theoreſme. Or, ayant ainſi la toute AY, il la faut coupper ſelon la proportion que doiuent auoir ſes parties, AM & MY; au moyen de quoy, pource qu'on a deſia le point M, on trouue auſſy les poins A & Y &, en ſuite, le point H, par le probleſme precedent. Mais, auparauant, il faut regarder ſi la ligne AM, ainſi trouuée, eſt plus grande que $\frac{ge}{d-e}$, ou plus petite, ou eſgale. Car, ſi elle eſt plus grande, on apprent de là que la courbe AC doit eſtre la premiere partie d'vne ouale du premier genre, & CY la premiere d'vne du troiſieſme, ainſi qu'elles ont eſté icy ſuppoſées : au lieu que, ſi elle eſt plus petite, cela monſtre que c'eſt CY qui doit eſtre la premiere partie d'vne ouale du premier genre, & que AC doit eſtre la premiere d'vne du troiſieſme : enfin, ſi AM eſt egale a $\frac{ge}{d-e}$, les deux courbes AC & CY doiuent eſtre deux hyperboles.

On pourroit eſtendre ces deux probleſmes a vne infinité d'autres cas, que ie ne m'areſte pas a deduire, a cauſe qu'ils n'ont eu aucun vſage en la Dioptrique.

On pourroit auſſy paſſer outre & dire, lorſque l'vne des ſuperficies du verre eſt donnée, pouruû qu'elle ne ſoit que toute plate, ou compoſée de ſections coniques ou de cercles, comment on doit faire ſon autre ſuperficie, affin qu'il tranſmette tous les rayons d'vn point donné a vn autre point auſſy donné. Car ce n'eſt rien

de plus difficile que ce que ie viens d'expliquer, ou plutoſt c'eſt choſe beaucoup plus facile, a cauſe que le chemin en eſt ouuert. Mais i'ayme mieux que d'autres le cherchent, affin que, s'ils ont encore vn peu de peine a le trouuer, cela leur face d'autant plus eſtimer l'inuention des choſes qui ſont icy demonſtrées.

Comment on peut appliquer ce qui a eſté dit icy des lignes courbes deſcrites ſur vne ſuperficie plate, a celles qui ſe deſcriuent dans vn eſpace qui a trois dimenſions.

Au reſte, ie n'ay parlé, en tout cecy, que des lignes courbes qu'on peut deſcrire ſur vne ſuperficie plate, mais il eſt ayſé de rapporter ce que i'en ay dit a toutes celles qu'on ſçauroit imaginer eſtre formées par le mouuement regulier des poins de quelque cors, dans vn eſpace qui a trois dimenſions. A ſçauoir, en tirant deux perpendiculaires, de chaſcun des poins de la ligne courbe qu'on veut conſiderer, ſur deux plans qui s'entrecouppent a angles droits, l'vne ſur l'vn & l'autre ſur l'autre. Car les extremités de ces perpendiculaires deſcriuent deux autres lignes courbes, vne ſur chaſcun de ces plans, deſquelles on peut, en la façon cy deſſus expliquée, determiner tous | les poins & les rapporter a ceux de la ligne droite qui eſt commune a ces deux plans : au moyen de quoy, ceux de la courbe qui a trois dimenſions ſont entierement determinés. Meſme, ſi on veut tirer vne ligne droite qui couppe cete courbe au point donné a angles droits, il faut ſeulement tirer deux autres lignes droites dans les deux plans, vne en chaſcun, qui couppent a angles droits les deux lignes courbes qui y ſont, aux deux poins où tombent les perpendiculaires qui vienent de ce point donné. Car, ayant eſleué deux autres plans, vn ſur chaſcune de ces lignes droites, qui couppe a angles droits le plan où elle eſt, on aura l'interſection de ces deux

plans pour la ligne droite cherchée. Et ainſi ie penſe n'auoir rien omis des elemens qui ſont neceſſaires pour la connoiſſance des lignes courbes.

L'alinéa qui précède est, dans la *Géométrie* de Descartes, le seul endroit où il aborde réellement un problème concernant les trois dimensions. Or précisément, la solution qu'il indique est erronée, et il est singulier qu'aucun de ses contemporains ne l'ait remarqué. Non seulement, en un point donné d'une courbe gauche, il y a une infinité de normales situées dans un même plan; mais encore la droite construite par Descartes ne peut être normale que dans des cas très particuliers, comme on le voit aisément si, au lieu d'une courbe, on considère une droite dans l'espace et ses projections sur deux plans rectangulaires.

La théorie des ovales (p. 424-431 ci-avant) fera l'objet d'une Note dans le volume des Œuvres contenant les écrits posthumes.

Quant à l'élégante construction de la normale à la conchoïde (pp. 423-424), elle a récemment été l'objet d'une remarquable divination de M. Zeuthen (*Nyt Tidsskrift for Matematik* de C. Juel et V. Trier, Copenhague, 1900, pp. 49-58). Cette normale est la diagonale d'un parallélogramme dont les côtés, dirigés suivant le rayon vecteur CA et la perpendiculaire CH à la droite fixe BH, sont inversement proportionnels aux vitesses de variation (ou aux différentielles) de AC et de CH. On a, en effet, aisément : (AC — EC) CH = EC.AB; d'où

$$-\frac{d.AC}{d\,CH} = \frac{AC - EC}{CH} = \frac{FG}{FC}.$$

LA GEOMETRIE

LIVRE TROISIESME.

De la conſtruction des Probleſmes qui ſont ſolides, ou plus que ſolides.

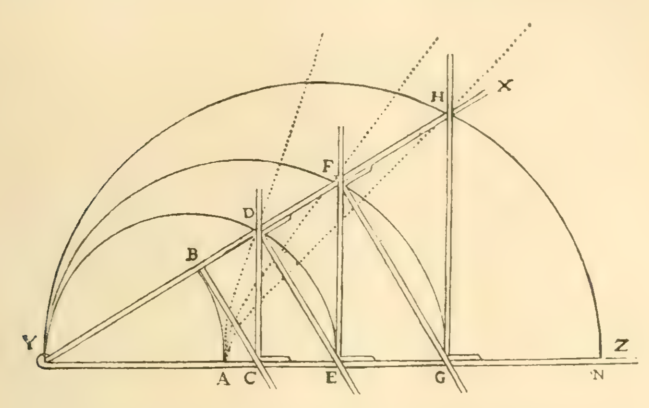
De quelles lignes courbes on peut ſe ſeruir en la conſtruction de chaſque probleſme.

Encore que toutes les lignes courbes, qui peuuent eſtre deſcrites par quelque mouuement regulier, doiuent eſtre receuës en la Geometrie, ce n'eſt pas a dire qu'il ſoit permis de ſe ſeruir indifferemment de la premiere qui ſe rencontre, pour la conſtruction de chaſque | probleſme; mais il faut auoir ſoin de choiſir touſiours la plus ſimple par laquelle il ſoit poſſible de le reſoudre. Et meſme, il eſt a remarquer que, par les plus ſimples, on ne doit pas ſeulement entendre celles qui peuuent le plus ayſement eſtre deſcrites, ny celles qui rendent la conſtruction ou la demonſtration du Probleſme propoſé plus facile, mais principalement celles qui ſont du plus ſimple genre qui puiſſe ſeruir a determiner la quantité qui eſt cherchée.

Exemple touchant l'inuention de pluſieurs moyennes proportionelles.

Comme, par exemple, ie ne croy pas qu'il y ait aucune façon plus facile, pour trouuer autant de moyennes proportionelles qu'on veut, ny dont la

demonſtration ſoit plus euidente, que d'y employer les lignes courbes qui ſe deſcriuent par l'inſtrument XYZ cy deſſus expliqué. Car, voulant trouuer deux moyennes proportionelles entre YA & YE, il ne faut que deſcrire vn cercle dont le diametre ſoit YE : & pource que ce cercle couppe la courbe AD au point



D, YD eſt l'vne des moyennes proportionelles cherchées. Dont la demonſtration ſe voit a l'œil, par la ſeule application de cet inſtrument ſur la ligne YD : car, comme YA, ou YB qui lui eſt eſgale, eſt a YC, ainſi YC eſt a YD, & YD a YE.

Tout de meſme, pour trouuer quatre moyennes proportionelles entre YA & YG, ou pour en trouuer ſix entre YA & YN, il ne faut que tracer le cercle YFG, qui, couppant AF au point F, determine la ligne droite YF, qui eſt l'vne de ces quatre proportionelles ; ou YHN, qui, couppant AH au point H, determine YH, l'vne des ſix : & ainſi des autres.

Mais, pource que la ligne courbe AD eſt du ſecond

genre, & qu'on peut trouuer deux moyennes proportionelles par les ſections coniques, qui ſont du premier; & auſſy pource qu'on peut trouuer quatre ou ſix moyennes proportionelles, par des lignes qui ne ſont pas de genres ſi composés que ſont A F & A H, ce ſeroit vne faute en Geometrie que de les y employer. Et c'eſt vne faute auſſy, d'autre coſté, de ſe trauailler inutilement a vouloir conſtruire quelque probleſme par vn genre de ligne plus ſimple que ſa nature ne permet.

De la nature des Equations.

Or, affin que ie puiſſe icy donner quelques reigles pour euiter l'vne & l'autre de ces deux fautes, il faut que ie die quelque choſe en general de la nature des Equations : c'eſt a dire des ſommes composées de pluſieurs termes, partie connus & partie inconnus, dont les vns ſont eſgaux aux autres, ou, plutoſt, qui, conſiderés tous enſemble, ſont eſgaux a rien : car ce ſera ſouuent le meilleur de les conſiderer en cete ſorte.

Combien il peut y auoir de racines en chaſque Equation.

|Sçachés donc qu'en chaſque Equation, autant que la quantité inconnue a de dimenſions, autant peut il y auoir de diuerſes racines, c'eſt a dire de valeurs de cete quantité : car, par exemple, ſi on ſuppoſe x eſgale a 2, ou bien $x - 2$ eſgal a rien; & derechef $x \infty 3$, ou bien $x - 3 \infty 0$; en multipliant ces deux Equations,

$$x - 2 \infty 0 \quad \& \quad x - 3 \infty 0,$$

l'vne par l'autre, on aura

$$xx - 5x + 6 \infty 0 \quad \text{ou bien} \quad xx \infty 5x - 6,$$

qui eſt vne Equation en laquelle la quantité x vaut 2, & tout enſemble vaut 3. Que ſi, derechef, on fait

$x - 4 \infty 0$, & qu'on multiplie cete ſomme par $xx - 5x + 6 \infty 0$, on aura

$$x^3 - 9xx + 26x - 24 \infty 0,$$

qui eſt vne autre Equation, en laquelle x, ayant trois dimenſions, a auſſy trois valeurs, qui ſont 2, 3 & 4.

Quelles ſont les fauſſes racines.

Mais ſouuent il arriue que quelques-vnes de ces racines ſont fauſſes, ou moindres que rien : comme, ſi on ſuppoſe que x deſigne auſſy le defaut d'vne quantité, qui ſoit 5 (*), on a $x + 5 \infty 0$, qui eſtant multipliée par $x^3 - 9xx + 26x - 24 \infty 0$, fait

$$x^4 - 4x^3 - 19xx + 106x - 120 \infty 0,$$

pour vne Equation en laquelle il y a quatre racines, a ſçauoir trois vrayes, qui ſont 2, 3, 4, & vne fauſſe qui eſt 5.

Comment on peut diminuer le nombre des dimenſions d'vne Equation, lorſqu'on connoiſt quelqu'vne de ſes racines.

Et on voit euidemment, de cecy, que la ſomme d'vne Equation qui contient pluſieurs racines, peut touſiours eſtre diuiſée par un binóme compoſé de la quantité inconnuë, moins la valeur de l'vne des vrayes racines, laquelle que ce ſoit; ou plus la valeur de l'vne des fauſſes (*). Au moyen de quoy on diminue d'autant ſes dimenſions (*).

Comment on peut examiner ſi quelque quantité donnée eſt la valeur d'vne racine.

Et reciproquement, que ſi la ſomme d'vne Equation |ne peut eſtre diuiſée par vn binóme compoſé de la quantité inconnue, + ou — quelque autre quantité, cela teſmoigne que cete autre quantité n'eſt la valeur d'aucune de ſes racines. Comme : cete derniere

$$x^4 - 4x^3 - 19xx + 106x - 120 \infty 0,$$

peut bien eſtre diuiſée par $x - 2$, & par $x - 3$, & par

(*) A. — B. — C.

$x - 4$, & par $x + 5$; mais non point par $x +$ ou $-$ aucune autre quantité : ce qui monſtre qu'elle ne peut auoir que les quatre racines 2, 3, 4 & 5.

Combien il peut y auoir de vrayes racines en chaſque Equation.

On connoiſt auſſy, de cecy, combien il peut y auoir de vrayes racines, & combien de fauſſes, en chaſque Equation. A ſçauoir : il y en peut auoir autant de vrayes que les ſignes $+$ & $-$ s'y trouuent de fois eſtre changés; & autant de fauſſes qu'il s'y trouue de fois deux ſignes $+$, ou deux ſignes $-$, qui s'entreſuiuent (*). Comme, en la derniere, a cauſe qu'aprés $+ x^4$ il y a $- 4x^3$, qui eſt vn changement du ſigne $+$ en $-$; & aprés $- 19xx$ il y a $+ 106x$, & aprés $+ 106x$ il y a $- 120$, qui ſont encore deux autres changemens, on connoiſt qu'il y a trois vrayes racines; & vne fauſſe, a cauſe que les deux ſignes $-$, de $4x^3$ & $19xx$, s'entreſuiuent.

Comment on fait que les fauſſes racines d'vne Equation deuienent vrayes, & les vrayes fauſſes.

De plus, il eſt ayſé de faire, en vne meſme Equation, que toutes les racines qui eſtoient fauſſes deuienent vrayes, &, par meſme moyen, que toutes celles qui eſtoient vrayes deuienent fauſſes : a ſçauoir, en changeant tous les ſignes $+$ ou $-$ qui ſont en la ſeconde, en la quatrieſme, en la ſixieſme, ou autres places qui ſe deſignent par les nombres pairs, ſans changer ceux de la premiere, de la troiſieſme, de la cinquieſme, & ſemblables qui ſe deſignent par les nombres | impairs (*). Comme, ſi, au lieu de

$$+ x^4 - 4x^3 - 19xx + 106x - 120 \infty 0,$$

on eſcrit

$$+ x^4 + 4x^3 - 19xx - 106x - 120 \infty 0,$$

on a vne Equation en laquelle il n'y a qu'vne vraye

(*) D. — E.

racine, qui eſt 5, & trois fauſſes, qui ſont 2, 3 & 4.

Comment on peut augmenter ou diminuer les racines d'vne Equation, ſans les connoiſtre.

Que ſi, ſans connoiſtre la valeur des racines d'vne Equation, on la veut augmenter ou diminuer de quelque quantité connuë, il ne faut qu'au lieu du terme inconnu, en ſuppoſer vn autre, qui ſoit plus ou moins grand de cete meſme quantité, & le ſubſtituer partout en la place du premier. Comme, ſi on veut augmenter de 3 la racine de cete Equation

$$x^4 + 4x^3 - 19xx - 106x - 120 \propto 0,$$

il faut prendre y au lieu d'x, & penſer que cete quantité y eſt plus grande qu'x de 3, en ſorte que $y - 3$ eſt eſgal a x; & au lieu d'xx, il faut mettre le quarré d'$y - 3$, qui eſt $yy - 6y + 9$; & au lieu d'x^3, il faut mettre ſon cube, qui eſt $y^3 - 9yy + 27y - 27$; & enfin, au lieu d'x^4, il faut mettre ſon quarré de quarré, qui eſt $y^4 - 12y^3 + 54yy - 108y + 81$. Et ainſi, deſcriuant la ſomme precedente en ſubſtituant partout y au lieu d'x, on a

$$\begin{array}{rrrrr} y^4 - 12y^3 & + 54yy & - 108y & + 81 & \\ + 4y^3 & - 36yy & + 108y & - 108 & \\ & - 19yy & + 114y & - 171 & \\ & & - 106y & + 318 & \\ & & & - 120 & \\ \hline y^4 - 8y^3 & - 1yy & + 8y & \star^{a} & \propto 0 \end{array}$$

ou bien

$$y^3 - 8yy \quad 1y - 8 \propto 0,$$

où la vraye racine, qui eſtoit 5, eſt maintenant 8, a cauſe du nombre trois qui luy eſt aiouſté (*).

(*) F.

a. Descartes emploie l'astérisque pour désigner la place des termes manquants.

Que ſi on veut, au contraire, diminuer de trois la racine de cete meſme Equation, il faut faire

$$y + 3 \infty x \quad \& \quad yy + 6y + 9 \infty xx.$$

& ainſi des autres. De façon qu'au lieu de

$$x^4 + 4x^3 - 19xx - 106x - 120 \infty 0,$$

on met

$$\begin{array}{rrrrr} y^4 + 12y^3 & + 54yy & + 108y & + 81 & \\ + 4y^3 & + 36yy & + 108y & + 108 & \\ & - 19yy & - 114y & - 171 & \\ & & - 106y & - 318 & \\ & & & - 120 & \\ \hline y^4 + 16y^3 & + 71yy & - 4y & - 420 & \infty 0. \end{array}$$

Qu'en augmentant les vrayes racines, on diminue les fauſſes, & au contraire.

Et il eſt a remarquer qu'en diminuant les vrayes racines d'vne Equation, on diminue les fauſſes de la meſme quantité, ou, au contraire, en diminuant les vrayes, on augmente les fauſſes; & que, ſi on diminue, ſoit les vnes, ſoit les autres, d'vne quantité qui leur ſoit eſgale, elles deuienent nulles, & que, ſi c'eſt d'vne quantité qui les ſurpaſſe, de vrayes elles deuienent fauſſes, ou de fauſſes, vrayes. Comme icy, en augmentant de 3 la vraye racine, qui eſtoit 5, on a diminué de 3 chaſcune des fauſſes, en ſorte que celle qui eſtoit 4 n'eſt plus qu'1, & celle qui eſtoit 3 eſt nulle, & que celle qui eſtoit 2 eſt deuenue vraye & eſt 1, a cauſe que $-2+3$ fait $+1$. C'eſt pourquoy, en cete Equation,

$$y^3 - 8yy - 1y + 8 \infty 0,$$

il n'y a plus que 3 racines, entre leſquelles il y en a

deux qui font vrayes, | 1 & 8, & vne fauffe, qui eft auffy 1. Et en cete autre :

$$y^4 + 16y^3 + 71yy - 4y - 420 \propto 0,$$

il n'y en a qu'vne vraye, qui eft 2, a caufe que $+5-3$ fait $+2$, & trois fauffes, qui font 5, 6 & 7.

Comment on peut ofter le fecond terme d'vne Equation.

Or, par cete façon de changer la valeur des racines fans les connoiftre, on peut faire deux chofes, qui auront, cy aprés, quelque vfage : la premiere eft qu'on peut toufiours ofter le fecond terme de l'Equation qu'on examine : a fçauoir en diminuant les vrayes racines de la quantité connuë de ce fecond terme diuifée par le nombre des dimenfions du premier, fi, l'vn de ces termes eftant marqué du figne +, l'autre eft marqué du figne —; ou bien en l'augmentant de la mefme quantité, s'ils ont tous deux le figne +, ou tous deux le figne —(*). Comme, pour ofter le fecond terme de la derniere Equation, qui eft

$$y^4 + 16y^3 + 71yy - 4y - 420 \propto 0,$$

ayant diuifé 16 par 4, a caufe des 4 dimenfions du terme y^4, il vient derechef 4. C'eft pourquoy ie fais $z - 4 \propto y$, & i'efcris

$$\begin{array}{rrrrr}
z^4 & -16z^3 & +96zz & -256z & +256 \\
 & +16z^3 & -192zz & +768z & -1024 \\
 & & +71zz & -568z & +1136 \\
 & & & 4z & +16 \\
 & & & & -420 \\
\hline
z^4 & * & -25zz & -60z & -36 \propto 0;
\end{array}$$

où la vraye racine, qui eftoit 2, eft 6, a caufe qu'elle

(*) G.

eſt augmentée de 4, & les fauſſes, qui eſtoient 5, 6 & 7, ne ſont plus que 1, 2 & 3, a cauſe qu'elles ſont diminuées, chaſcune de 4.

| Tout de meſme, ſi on veut oſter le ſecond terme de

$$x^4 - 2ax^3 \left.\begin{matrix} +2aa \\ -cc \end{matrix}\right\} xx - 2a^3x + a^4 \infty 0,$$

pource que, diuiſant $2a$ par 4, il vient $\frac{1}{2}a$, il faut faire $z + \frac{1}{2}a \infty x$, & eſcrire

$$\begin{array}{lllll}
z^4 & +2az^3 & +\frac{3}{2}aa\,zz & +\frac{1}{2}a^3\,z & +\frac{1}{16}a^4 \\
 & -2az^3 & -3aa\,zz & -\frac{3}{2}a^3\,z & -\frac{1}{4}a^4 \\
 & & +2aa\,zz & +2a^3 & +\frac{1}{2}a^4 \\
 & & -cc & -acc & -\frac{1}{4}aacc \\
 & & & -2a^3 & -a^4 \\
 & & & & +a^4 \\
\hline
z^4 & \star & \left.\begin{matrix}+\frac{1}{2}aa \\ -cc\end{matrix}\right| zz & \left.\begin{matrix}-a^3 \\ -acc\end{matrix}\right| z & \begin{matrix}+\frac{5}{16}a^4 \\ -\frac{1}{4}aacc\end{matrix} \infty 0;
\end{array}$$

&, ſi on trouue aprés la valeur de z, en lui adiouſtant $\frac{1}{2}a$, on aura celle de x.

Comment on peut faire que toutes les fauſſes racines d'vne Equation deuienent vrayes, ſans que les vrayes deuienent fauſſes.

La ſeconde choſe qui aura cy aprés quelque vſage, eſt qu'on peut touſiours, en augmentant la valeur des vrayes racines d'vne quantité qui ſoit plus grande que n'eſt celle d'aucune des fauſſes, faire qu'elles deuienent toutes vrayes, en ſorte qu'il n'y ait point deux ſignes +, ou deux ſignes −, qui s'entreſuiuent; &, outre cela, que la quantité connuë du troiſieſme terme ſoit plus grande que le quarré de la moitié de celle du ſecond. Car, encore que cela ſe face lorſque ces fauſſes racines ſont inconnuës, il eſt ayſé neanmoins

de iuger a peu prés de leur grandeur, & de prendre vne quantité qui les ſurpaſſe d'autant ou de plus qu'il n'eſt requis a cet effect (*). Comme ſi on a

$$x^6 + nx^5 - 6nnx^4 + 36n^3x^3 - 216n^4x^2 + 1296n^5x - 7776n^6 \infty 0;$$

en faiſant $y - 6n \infty x$, on trouuera

$y^6 - 36n$	$y^5 + 540nn$	$y^4 - 4320n^3$	$y^3 + 19440n^4$	$yy - 46656n^5$	$y + 46656n^6$
$+ n$	$- 30nn$	$+ 360n^3$	$- 2160n^4$	$+ 6480n^5$	$- 7776n^6$
	$- 6nn$	$+ 144n^3$	$- 1296n^4$	$+ 5184n^5$	$- 7776n^6$
		$+ 36n^3$	$- 648n^4$	$+ 3888n^5$	$- 7776n^6$
			$- 216n^4$	$+ 2592n^5$	$- 7776n^6$
				$+ 1296n^5$	$- 7776n^6$
					$- 7776n^6$

$$y^6 - 35ny^5 + 504nny^4 - 3780n^3y^3 + 15120n^4y^2 - 27216n^5y \;*\; \infty 0;$$

où il eſt manifeſte que $504nn$, qui eſt la quantité connuë du troiſieſme terme, eſt plus grande que le quarré de $\frac{35}{2}n$, qui eſt la moitié de celle du ſecond. Et il n'y a point de cas pour lequel la quantité, dont on augmente les vrayes racines, ait beſoin, a cet effect, d'eſtre plus grande, a proportion de celles qui ſont données, que pour cetuy cy.

Comment on fait que toutes les places d'vne Equation ſoient remplies.

Mais, a cauſe que le dernier terme s'y trouue nul, ſi on ne deſire pas que cela ſoit, il faut encore augmenter tant ſoit peu la valeur des racines, & ce ne ſçauroit eſtre de ſi peu, que ce ne ſoit aſſés pour cet effect : non plus que lorſqu'on veut accroiſtre le nombre des dimenſions de quelque Equation, & faire que toutes les places de ſes termes ſoient remplies. Comme, ſi au lieu de

$$x^5 * * * * - b \infty 0,$$

on veut auoir vne Equation en laquelle la quantité inconnuë ait ſix dimenſions, & dont aucun des termes ne ſoit nul, il faut, premierement, pour

$$x^5 * * * * - b \infty 0,$$

(*) H.

escrire

$$x^6 * * * * - bx * \infty 0\,;$$

puis, ayant fait $y - a \infty x$, on aura

$$\begin{array}{l} y^6 - 6ay^5 + 15aay^4 - 20a^3y^3 + 15a^4yy - 6a^5y + a^6 \\ \hspace{12em} - by + ab \end{array} \infty 0\,;$$

où il est manifeste que, tant petite que la quantité a soit | supposée, toutes les places de l'Equation ne laissent pas d'estre remplies.

Comment on peut multiplier ou diuiser les racines sans les connoistre.

De plus, on peut, sans connoistre la valeur des vrayes[a] racines d'vne Equation, les multiplier ou diuiser toutes, par telle quantité connuë qu'on veut. Ce qui se fait en supposant que la quantité inconnuë, estant multipliée, ou diuisée, par celle qui doit multiplier ou diuiser les racines, est esgale a quelque autre; puis, multipliant, ou diuisant, la quantité connuë du second terme par cete mesme qui doit multiplier ou diuiser les racines; & par son quarré, celle du troisiesme; & par son cube, celle du quatriesme; & ainsi iusques au dernier.

Comment on reduist les nombres rompus d'vne Equation a des entiers.

Ce qui peut seruir pour reduire, a des nombres entiers & rationaux, les fractions & souuent aussy les nombres sours, qui se trouuent dans les termes des Equations. Comme, si on a

$$x^3 - \sqrt{3}\, xx + \frac{26}{27}\, x - \frac{8}{27\sqrt{3}} \infty 0,$$

& qu'on veuille en auoir vne autre en sa place, dont tous les termes s'expriment par des nombres rationaux, il faut supposer $y \infty x\sqrt{3}$, & multiplier par $\sqrt{3}$

a. Schooten a omis, avec raison, de traduire ce mot « vrayes ».

la quantité connuë du ſecond terme, qui eſt auſſy $\sqrt{3}$; & par ſon quarré, qui eſt 3, celle du troiſieſme, qui eſt $\frac{26}{27}$; & par ſon cube, qui eſt $3\sqrt{3}$, celle du dernier, qui eſt $\frac{8}{27\sqrt{3}}$. Ce qui fait

$$y^3 - 3yy + \frac{26}{9}y - \frac{8}{9} \infty 0.$$

Puis, ſi on en veut auoir encore vne autre en la place de celle cy, dont les quantités connuës ne s'expriment que par des nombres entiers, il faut ſuppoſer $z \infty 3y$, &, multipliant 3 par 3, $\frac{26}{9}$ par 9, & $\frac{8}{9}$ par 27, on trouue :

$$z^3 - 9zz + 26z - 24 \infty 0,$$

où les racines eſtant 2, 3 & 4, on connoiſt de là que celles de l'autre d'auparauant | eſtoient $\frac{2}{3}$, 1 & $\frac{4}{3}$, & que celles de la premiere eſtoient $\frac{2}{9}\sqrt{3}$, $\frac{1}{3}\sqrt{3}$ & $\frac{4}{9}\sqrt{3}$ (*).

Comment on rend la quantité connuë de l'vn des termes d'vne Equation eſgale a telle autre qu'on veut.

Cete operation peut auſſy ſeruir pour rendre la quantité connuë de quelqu'vn des termes de l'Equation eſgale a quelque autre donnée. Comme, ſi, ayant

$$x^3 * - bbx + c^3 \infty 0,$$

on veut auoir en ſa place vne autre Equation, en laquelle la quantité connuë du terme qui occupe la troiſieſme place, a ſçauoir celle qui eſt icy bb, ſoit $3aa$, il faut ſuppoſer $y \infty x\sqrt{\frac{3aa}{bb}}$, puis eſcrire

$$y^3 * - 3aay + \frac{3a^3c^3}{b^3}\sqrt{3} \infty 0\ (*).$$

Que les racines, tant vrayes que fauſſes, peuuent eſtre reelles ou imaginaires.

Au reſte, tant les vrayes racines que les fauſſes ne ſont pas touſiours reelles, mais quelquefois ſeulement imaginaires : c'eſt a dire qu'on peut bien touſiours en imaginer autant que i'ay dit en chaſque Equation, mais qu'il n'y a quelquefois aucune quantité qui corref-

(*) I. — K.

ponde a celles qu'on imagine. Comme, encore qu'on en puiſſe imaginer trois en celle cy :

$$x^3 - 6xx + 13x - 10 \propto 0,$$

il n'y en a toutefois qu'vne reelle, qui eſt 2, & pour les deux autres, quoy qu'on les augmente, ou diminue, ou multiplie, en la façon que ie viens d'expliquer, on ne ſçauroit les rendre autres qu'imaginaires.

La reduction des Equations cubiques, lorſque le problesme eſt plan.

Or quand, pour trouuer la conſtruction de quelque probleſme, on vient a vne Equation en laquelle la quantité inconnuë a trois dimenſions, premierement, ſi les quantités connuës qui y ſont contienent quelques nombres rompus, il les faut reduire a d'autres entiers, par la multiplication tantoſt expliquée. Et, s'ils en contienent de ſours, il faut auſſy les reduire a d'autres rationaux, autant qu'il ſera poſſible, tant par cete meſme mul|tiplication que par diuers autres moyens, qui ſont aſſés faciles a trouuer. Puis, examinant par ordre toutes les quantités qui peuuent diuiſer ſans fraction le dernier terme, il faut voir ſi quelqu'vne d'elles, iointe a la quantité inconnuë par le ſigne + ou —, peut compoſer vn binóme qui diuiſe toute la ſomme. Et ſi cela eſt, le Probleſme eſt plan, c'eſt a dire il peut eſtre conſtruit auec la reigle & le compas. Car, ou bien la quantité connuë de ce binóme eſt la racine cherchée, ou bien, l'Equation eſtant diuiſée par luy, ſe reduiſt a deux dimenſions : en ſorte qu'on en peut trouuer aprés la racine, par ce qui a eſté dit au premier liure (*).

Par exemple, ſi on a

$$y^6 - 8y^4 - 124y^2 - 64 \propto 0,$$

(*) L.

le dernier terme, qui eſt 64, peut eſtre diuiſé ſans fraction par 1, 2, 4, 8, 16, 32 & 64. C'eſt pourquoy il faut examiner, par ordre, ſi cete Equation ne peut point eſtre diuiſée par quelqu'vn des binomes : $yy - 1$ ou $yy + 1$; $yy - 2$ ou $yy + 2$; $yy - 4$, &c.; & on trouue qu'elle peut l'eſtre par $yy - 16$, en cete ſorte :

$$\begin{array}{cccccccc}
+ & y^6 & - & 8y^4 & - & 124yy & - 64 & \infty\ 0 \\
- & \underline{1\,y^6} & - & \underline{8y^4} & - & \underline{4yy} & - 16 & \\
 & 0 & - & \underline{16y^4} & - & \underline{128yy} & & \\
 & & & 16 & & 16^{a} & & \\
\hline
 & & + & y^4 & + & 8yy & + 4 & \infty\ 0.
\end{array}$$

Ie commence par le dernier terme, & diuiſe -64 par -16, ce qui fait $+4$, que i'eſcris dans le quotient. Puis ie multiplie $+4$ par $+yy$, ce qui fait $+4yy$: c'eſt pourquoy i'eſcris $-4yy$ en la ſomme qu'il faut diuiſer : car il y | faut touſiours eſcrire le ſigne + ou — tout contraire a celuy que produiſt la multiplication : & ioignant $-124yy$ auec $-4yy$, i'ay $-128yy$, que ie diuiſe derechef par -16, & i'ay $+8yy$ pour mettre dans le quotient. Et en le multipliant par yy, i'ay $-8y^4$ pour ioindre auec le terme qu'il faut diuiſer, qui eſt auſſy $-8y^4$; & ces deux enſemble font $-16y^4$, que ie diuiſe par -16. Ce qui fait $+1y^4$ pour le quotient, & $-1y^6$ pour ioindre auec $+1y^6$: ce qui fait 0, & monſtre que la diuiſion eſt acheuée. Mais s'il eſtoit reſté quelque quantité, ou bien qu'on n'euſt pû diuiſer ſans fraction quelqu'vn des termes precedens, on euſt par là reconnu qu'elle ne pouuoit eſtre faite.

La façon de diuiſer vne Equation par vn binome qui contient la racine.

a. Les deux nombres 16 de cette ligne devraient, ce semble, être affectés du signe —.

Tout de mesme, si on a

$$y^6 \begin{matrix}+aa\\-2cc\end{matrix}\, y^4 \begin{matrix}-a^4\\+c^4\end{matrix}\, yy \begin{matrix}-a^6\\-2a^4cc\\-aac^4\end{matrix} \infty\, 0,$$

le dernier terme se peut diuiser, sans fraction, par a, aa, $aa+cc$, a^3+acc, & semblables. Mais il n'y en a que deux qu'on ait besoin de considerer, a sçauoir aa & $aa+cc$: car les autres, donnant plus ou moins de dimensions, dans le quotient, qu'il n'y en a en la quantité connuë du penultiesme terme, empescheroient que la diuision ne s'y pûst faire. Et notés que ie ne conte icy les dimensions d'y^6 que pour trois, a cause qu'il n'y a point d'y^5, ny d'y^3, ny d'y, en toute la somme (*). Or, en examinant le binóme $yy-aa-cc \infty 0$, on trouue que la diuision se peut faire par luy en cete sorte

$$\begin{array}{lllll}
 & +aa & -a^4 & -a^6 & \\
y^6 & \quad y^4 & \quad yy & -2a^4cc & \infty\, 0. \\
 & -2cc & +c^4 & \underline{-aac^4} & \\
\underline{-y^6} & -2aa & -a^4 & -aa-cc & \\
0 & \underline{+cc} & \underline{-aacc} & & \\
 & -aa-cc & -aa-cc & & \\
\hline
 & +y^4 & \begin{matrix}+2aa\\-cc\end{matrix}\; yy & \begin{matrix}+a^4\\+aacc\end{matrix} & \infty\, 0,
\end{array}$$

| ce qui monstre que la racine cherchée est $aa+cc$. Et la preuue en est aysée a faire par la multiplication.

Quels problesmes sont solides, lorsque l'Equation est cubique.

Mais lorsqu'on ne trouue aucun binóme qui puisse ainsi diuiser toute la somme de l'Equation proposée, il est certain que le Problesme qui en depend est so-

(*) M.

lide (*). Et ce n'eſt pas vne moindre faute, aprés cela, de taſcher a le conſtruire ſans y employer que des cercles & des lignes droites, que ce ſeroit d'employer des ſections coniques a conſtruire ceux auſquels on n'a beſoin que de cercles : car enfin tout ce qui teſmoigne quelque ignorance s'appele faute.

La reduction des Equations qui ont quatre dimenſions, lorſque le Probleſme eſt plan ; et quels ſont ceux qui ſont ſolides.

Que ſi on a vne Equation dont la quantité inconnuë ait quatre dimenſions, il faut en meſme façon, aprés en auoir oſté les nombres ſours & rompus, s'il y en a, voir ſi on pourra trouuer quelque binóme qui diuiſe toute la ſomme, en le compoſant de l'vne des quantités qui diuiſent ſans fraction le dernier terme. Et ſi on en trouue vn, ou bien la quantité connuë de ce binóme eſt la racine cherchée, ou du moins, aprés cete diuiſion, il ne reſte en l'Equation que trois dimenſions, en ſuite de quoy il faut derechef l'examiner en la meſme ſorte. Mais lorſqu'il ne ſe trouue point de tel binóme, il faut, en augmentant ou diminuant la valeur de la racine, oſter le ſecond terme de la ſomme, en la façon tantoſt expliquée ; & aprés, la reduire a vne autre qui ne contiene que trois dimenſions. Ce qui ſe fait en cete ſorte :

au lieu de $+x^4 \quad * \quad .\,pxx \quad .\,qx \;.\; r \propto 0,$

il faut eſcrire $+y^6 \;.\; 2py^4 \begin{matrix} +pp \\ .\,4r \end{matrix} yy - qq \propto 0.$

Et pour les ſignes + ou —, que i'ay omis, s'il y a | eu $+p$ en la precedente Equation, il faut mettre en celle cy $+2p$, ou, s'il y a eu $-p$, il faut mettre $-2p$; & au contraire, s'il y a eu $+r$, il faut mettre $-4r$, ou, s'il y

(*) N.

a eu $-r$, il faut mettre $+4r$; & foit qu'il y ait eu $+q$, ou $-q$, il faut toufiours mettre $-qq$ & $+pp$; au moins fi on fuppofe que x^4 & y^6 font marqués des fignes $+$, car ce feroit tout le contraire, fi on y fuppofoit le figne $-$.

Par exemple, fi on a

$$+x^4 \quad * \quad -4xx - 8x + 35 \infty 0,$$

il faut efcrire en fon lieu

$$y^6 - 8y^4 - 124yy - 64 \infty 0 :$$

car, la quantité que i'ay nommée p eftant -4, il faut mettre $-8y^4$ pour $2py^4$; & celle que i'ay nommée r eftant 35, il faut mettre $\begin{smallmatrix}+16\\-140\end{smallmatrix}\,yy$, c'eft a dire $-124yy$, au lieu de $\begin{smallmatrix}+pp\\-4r\end{smallmatrix}\,yy$; & enfin, q eftant 8, il faut mettre -64 pour $-qq$.

Tout de mefme,

au lieu de $+x^4 * -17xx - 20x - 6 \infty 0$,
il faut efcrire $+y^6 - 34y^4 + 313yy - 400 \infty 0$:

car 34 eft double de 17; & 313 en eft le quarré ioint au quadruple de 6, & 400 eft le quarré de 20.

Tout de mefme auffy,

au lieu de $+z^4 * \begin{matrix}+\frac{1}{2}aa\\-cc\end{matrix}\,zz \begin{matrix}-a^3\\-acc\end{matrix}\,z \begin{matrix}+\frac{5}{16}a^4\\-\frac{1}{4}aacc\end{matrix} \infty 0$,

il faut efcrire

$$y^6 \begin{matrix}+aa\\-2cc\end{matrix}\,y^4 \begin{matrix}-a^4\\+c^4\end{matrix}\,yy \begin{matrix}a^6\\-2a^4cc\\-aac^4\end{matrix} \infty 0 :$$

car p eft $+\frac{1}{2}aa - cc$, & pp eft $\frac{1}{4}a^4 - aacc + c^4$, & $4r$ eft $-\frac{5}{4}a^4 + aacc$; & enfin $-qq$ eft $-a^6 - 2a^4cc - aac^4$.

Aprés que l'Equation eſt ainſi reduite a trois dimenſions, il faut chercher la valeur d'yy par la methode deſia expliquée; & ſi elle ne peut eſtre trouuée, on n'a point | beſoin de paſſer outre, car il ſuit de là, infalliblement, que le probleſme eſt ſolide. Mais ſi on la trouue, on peut diuiſer par ſon moyen la precedente Equation en deux autres, en chaſcune deſquelles la quantité inconnuë n'aura que deux dimenſions, & dont les racines feront les meſmes que les ſienes. A ſçauoir, au lieu de

$$+ x^4 \star . pxx . qx . r \infty 0,$$

il faut eſcrire ces deux autres

$$+ xx - yx + \tfrac{1}{2} yy . \tfrac{1}{2} p . \tfrac{q}{2y} \infty 0$$
$$\& + xx + yx + \tfrac{1}{2} yy . \tfrac{1}{2} p . \tfrac{q}{2y} \infty 0.$$

Et, pour les ſignes + & —, que i'ay omis, s'il y a $+p$ en l'Equation precedente, il faut mettre $+\frac{1}{2}p$ en chaſcune de celles cy; & $-\frac{1}{2}p$, s'il y a en l'autre $-p$. Mais il faut mettre $+\frac{q}{2y}$ en celle où il y a $-yx$; & $-\frac{q}{2y}$, en celle où il y a $+yx$, lorſqu'il y a $+q$ en la premiere. Et au contraire, s'il y a $-q$, il faut mettre $-\frac{q}{2y}$ en celle où il y a $-yx$; & $+\frac{q}{2y}$, en celle où il y a $+yx$. En ſuite de quoy il eſt ayſé de connoiſtre toutes les racines de l'Equation propoſée, & par conſequent de conſtruire le probleſme dont elle contient la ſolution, ſans y employer que des cercles & des lignes droites.

Par exemple, a cauſe que, faiſant

$$y^6 - 34y^4 + 313yy - 400 \infty 0.$$
$$\text{pour } x^4 \quad \star - 17xx - 20x - 6 \infty 0,$$

on trouue que yy eſt 16, on doit, au lieu de cete Equation,

$$+x^4 \star - 17xx - 20x - 6 \infty 0,$$

eſcrire ces deux | autres

$$+xx - 4x - 3 \infty 0,$$
$$\& + xx + 4x + 2 \infty 0:$$

car y eſt 4, $\frac{1}{2}yy$ eſt 8, p eſt 17, & q eſt 20; de façon que

$$+\tfrac{1}{2}yy - \tfrac{1}{2}p - \tfrac{q}{2y} \text{ fait } -3,$$
$$\& + \tfrac{1}{2}yy - \tfrac{1}{2}p + \tfrac{q}{2y} \text{ fait } +2.$$

Et tirant les racines de ces deux Equations, on trouue toutes les meſmes que ſi on les tiroit de celle où eſt x^4 : a ſçauoir on en trouue vne vraye, qui eſt $\sqrt{7}+2$, & trois fauſſes qui ſont

$$\sqrt{7}-2,\ 2+\sqrt{2},\ \&\ 2-\sqrt{2}.$$

Ainſi ayant

$$x^4 \star^{a} - 4xx - 8x + 35 \infty 0,$$

pource que la racine de

$$y^6 - 8y^4 - 124yy - 64 \infty 0$$

eſt derechef 16, il faut eſcrire

$$xx - 4x + 5 \infty 0,$$
$$\& \ xx + 4x + 7 \infty 0.$$

Car icy $+\frac{1}{2}yy - \frac{1}{2}p - \frac{q}{2y}$ fait 5,
& $+\frac{1}{2}yy - \frac{1}{2}p + \frac{q}{2y}$ fait 7.

a. L'astérisque, omis par Descartes, a été rétabli par Schooten.

Et pource qu'on ne trouue aucune racine, ny vraye ny fauſſe, en ces deux dernieres Equations, on connoiſt de là que les quatre de l'Equation dont elles procedent ſont imaginaires ; & que le Probleſme, pour lequel on l'a trouuée, eſt plan de ſa nature, mais qu'il ne ſçauroit en aucune façon eſtre conſtruit, a cauſe que les quantités données ne peuuent ſe ioindre.

Tout de meſme, ayant

$$z^4 \; * \; \begin{matrix} +\frac{1}{2}\,aa \\ -\quad cc \end{matrix} \Bigg\} \, zz \; \begin{matrix} -a^3 \\ -acc \end{matrix} \Bigg\} \, z \; \begin{matrix} +\frac{5}{16}\,a^4 \\ -\frac{1}{4}\,aacc \end{matrix} \; \infty \; 0,$$

pource qu'on trouue $aa + cc$ pour yy, il faut eſcrire

$$zz - \sqrt{aa + cc}\; z + \frac{3}{4}\, aa - \frac{1}{2}\, a \sqrt{aa + cc} \;\infty\; 0.$$

$$\& \; zz + \sqrt{aa + cc}\; z + \frac{3}{4}\, aa + \frac{1}{2}\, a \sqrt{aa + cc} \;\infty\; 0.$$

Car y eſt $\sqrt{aa + cc}$, & $+\frac{1}{2}\,yy + \frac{1}{2}\,p$ eſt $\frac{3}{4}\,aa$, & $\frac{q}{2y}$ eſt $\frac{1}{2}\,a\sqrt{aa + cc}$. D'où on connoiſt que la valeur de z eſt

$$\frac{1}{2}\sqrt{aa + cc} + \sqrt{-\frac{1}{2}\,aa + \frac{1}{4}\,cc + \frac{1}{2}\,a\sqrt{aa + cc}},$$

ou bien

$$\frac{1}{2}\sqrt{aa + cc} - \sqrt{-\frac{1}{2}\,aa + \frac{1}{4}\,cc + \frac{1}{2}\,a\sqrt{aa + cc}}\;(^\star).$$

Et, pource que nous auions fait cy deſſus $z + \frac{1}{2}\,a \infty x$, nous apprenons que la quantité x, pour la connoiſſance de laquelle nous auons fait toutes ces operations, eſt (*)

$$+\frac{1}{2}\,a + \sqrt{\frac{1}{4}\,aa + \frac{1}{4}\,cc} - \sqrt{\frac{1}{4}\,cc - \frac{1}{2}\,aa + \frac{1}{2}\,a\sqrt{aa + cc}}.$$

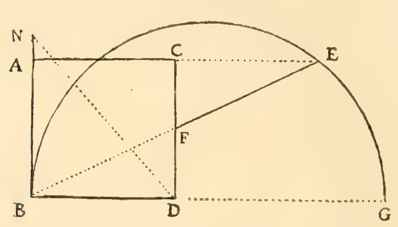
Mais, affin qu'on puiſſe mieux connoiſtre l'vtilité de

Exemple de l'vſage de ces reductions.

(*) O. — P.

cete reigle, il faut que ie l'applique a quelque Probleſme.

Si, le quarré AD & la ligne BN eſtant donnés, il faut prolonger le coſté AC iuſques en E, en ſorte qu'EF, tirée d'E vers B, ſoit eſgale a NB; on apprent de Pappus qu'ayant premierement prolongé BD iuſques a G, en ſorte que DG ſoit eſgale a DN, & ayant deſcrit vn cercle dont le diametre ſoit BG, ſi on prolonge la ligne droite AC, elle rencontrera la circonference de ce cercle au point E, qu'on demandoit. Mais pour ceux qui ne ſçauroient point cete conſtruction, elle feroit aſſés difficile a rencontrer, & en la cherchant



par la methode icy propoſée, ils ne s'auiſeroient iamais de prendre DG pour la quantité inconnuë, mais plutoſt CF ou FD, a cauſe que ce ſont elles qui conduiſent le plus ayſement a l'Equation; & lors ils en trouueroient vne qui ne feroit pas facile a demeſler, ſans la reigle que ie viens d'expliquer. Car, poſant a pour BD ou CD, & c pour EF, & x pour DF, on a CF $\infty\, a-x$, & comme CF, ou $a-x$, eſt a FE ou c, ainſi FD, ou x, eſt a BF, qui par conſequent eſt $\frac{cx}{a-x}$. Puis, a cauſe du triangle rectangle BDF, dont les coſtés ſont l'vn x & l'autre a, leurs quarrés, qui ſont $xx+aa$, ſont eſgaux a celuy de la baze, qui eſt $\frac{ccxx}{xx-2ax+aa}$, de façon que, multipliant le tout par $xx-2ax+aa$, on trouue que l'Equation eſt

$$x^4 - 2ax^3 + 2aaxx - 2a^3x + a^4 \infty ccxx,$$

ou bien

$$x^4 - 2ax^3 \begin{matrix} +2aa \\ -\ \ cc \end{matrix} xx - 2a^3x + a^4 \propto 0.$$

Et on connoiſt, par les reigles precedentes, que ſa racine, qui eſt la longeur de la ligne DF, eſt (*)

$$\tfrac{1}{2}a + \sqrt{\tfrac{1}{4}aa + \tfrac{1}{4}cc} - \sqrt{\tfrac{1}{4}cc - \tfrac{1}{2}aa + \tfrac{1}{2}a\sqrt{aa+cc}}.$$

Que ſi on poſoit BF ou CE[a] ou BE pour la quantité inconnuë, on viendroit derechef a vne Equation en laquelle il y auroit 4 dimenſions, mais qui feroit plus ayſée a demeſler; & on y viendroit aſſés ayſement, au lieu que, ſi c'eſtoit DG qu'on ſuppoſaſt, on viendroit beaucoup plus difficilement a l'Equation, mais auſſy elle feroit tres ſimple. Ce que ie mets icy pour vous auertir que, lorſque le Probleſme propoſé n'eſt point ſolide, ſi en le cherchant par vn chemin on vient a vne Equation fort compoſée, on peut ordinairement venir a vne plus ſimple, en le cherchant par vn autre (*).

Ie pourrois encore aiouſter diuerſes reigles pour demeſler les Equations qui vont au cube ou au quarré |de quarré; mais elles feroient ſuperfluës, car, lorſque les Probleſmes ſont plans, on en peut touſiours trouuer la conſtruction par celles cy.

Regle generale pour reduire les Equations qui paſſent le quarré de quarré.

Ie pourrois auſſy en adiouſter d'autres pour les Equations qui montent iuſques au ſurſolide, ou au quarré de cube, ou au delà; mais i'ayme mieux les comprendre toutes en vne, & dire en general que,

(*) Q. — R.

a. Schooten ſupprime ici « ou CE », qu'il a ajouté après FD, p. 462, l. 19.

lorfqu'on a tafché de les reduire a mefme forme que celles, d'autant de dimenfions, qui vienent de la multiplication de deux autres qui en ont moins, & qu'ayant dénombré tous les moyens par lefquels cete multiplication eft poffible, la chofe n'a pû fucceder par aucun, on doit s'affurer qu'elles ne fçauroient eftre reduites a de plus fimples. En forte que, fi la quantité inconnuë a 3 ou 4 dimenfions, le Problefme, pour lequel on la cherche, eft folide; & fi elle en a 5 ou 6, il eft d'vn degré plus compofé; & ainfi des autres.

Au refte, i'ay omis icy les demonftrations de la plufpart de ce que i'ay dit, a caufe qu'elles m'ont femblé fi faciles que, pouruû que vous preniés la peine d'examiner methodiquement fi i'ay failly, elles fe prefenteront a vous d'elles mefme : & il fera plus vtile de les apprendre en cete façon qu'en les lifant.

Façon generale pour conftruire tous les problefmes folides, reduits a vne Equation de trois ou quatre dimenfions.

Or, quand on eft affuré que le Problefme propofé eft folide, foit que l'Equation par laquelle on le cherche monte au quarré de quarré, foit qu'elle ne monte que iufques au cube, on peut toufiours en trouuer la racine par l'vne des trois fections coniques, laquelle que ce foit (*), ou mefme par quelque partie de l'vne d'elles, tant petite qu'elle puiffe eftre, en ne fe feruant, au refte, que de lignes droites & de cercles. Mais ie me contenteray icy de | donner vne reigle generale pour les trouuer toutes par le moyen d'vne Parabole, a caufe qu'elle eft, en quelque façon, la plus fimple.

Premierement, il faut ofter le fecond terme de l'Equation, s'il n'eft defia nul, & ainfi la reduire a telle forme :

$$z^3 \propto * . apz . aaq,$$

(*) S.

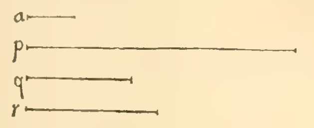
ſi la quantité inconnuë n'a que trois dimenſions; ou bien a telle :

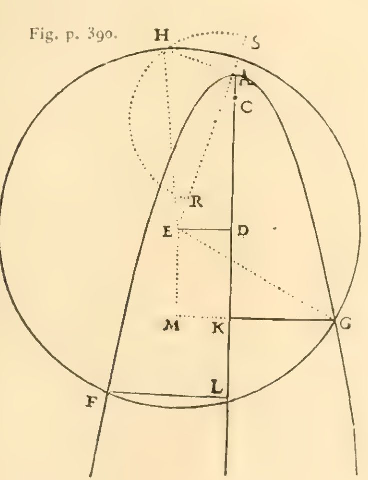
$$z^4 \propto * \; . \; apzz \; . \; aaqz \; . \; a^3 r,$$

ſi elle en a quatre; ou bien, en prenant *a* pour l'vnité,

$$\text{a telle : } z^3 \propto * \; . \; pz \; . \; q$$
$$\text{\& a telle : } z^4 \propto * \; . \; pzz \; . \; qz \; . \; r \;(*).$$

| Aprés cela, ſuppoſant que la Parabole FAG eſt deſia deſcrite, & que ſon aiſſieu eſt ACDKL, & que ſon coſté droit eſt *a* ou 1 (*), dont AC eſt la moitié, & enfin que le point C eſt au dedans de cete Parabole, & que A en eſt le ſommet : il faut faire CD $\propto \frac{1}{2}p$, & la prendre du meſme coſté qu'eſt le point A au regard du point C[a], s'il y a $+p$ en l'Equation; mais, s'il y a $-p$, il faut la prendre de l'autre coſté. Et du point D, ou bien, ſi la quantité *p* eſtoit nulle, du point C, il faut eſleuer vne ligne a angles droits iuſques a E, en ſorte qu'elle ſoit eſgale a $\frac{1}{2}q$. Et enfin,





(*) T. — V.

a. Lire « qu'est le point C au regard du point A ».

du centre E, il faut deſcrire le cercle FG, dont | le demi-

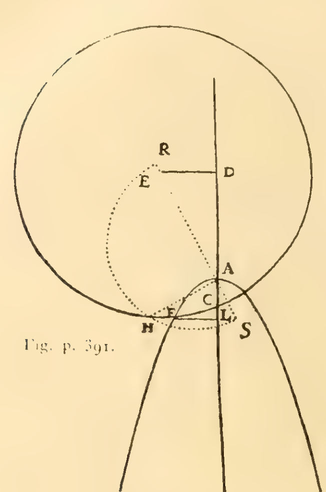


Fig. p. 391.

diametre ſoit AE, ſi l'Equation n'eſt que cubique, en ſorte que la quantité r ſoit nulle. Mais quand il y a $+r$, il faut, dans cete ligne AE prolongée, prendre d'vn coſté AR eſgale a r, & de l'autre AS eſgale au coſté droit de la Parabole, qui eſt 1 ; & ayant deſcrit vn cercle dont le diametre ſoit RS, il faut faire AH perpendiculaire ſur AE, laquelle AH rencontre ce cercle RHS au point H, qui eſt celuy par où l'autre cercle FHG doit paſſer. Et quand il y

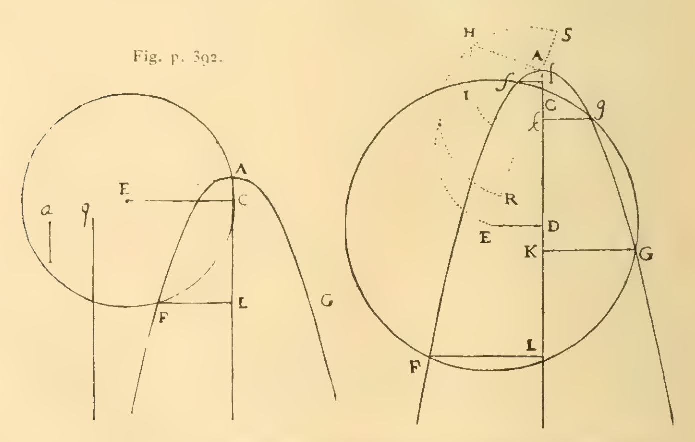


Fig. p. 392.

a $-r$, il faut, aprés auoir ainſi trouué la ligne AH,

inſcrire AI, qui luy ſoit eſgale, dans vn autre cercle dont AE ſoit le diametre, & lors, c'eſt par le point I que doit paſſer FIG, le premier cercle cherché. Or ce cercle FG peut coupper ou toucher la Parabole en 1 ou 2 ou 3 ou 4 poins, deſquels tirant des perpendiculaires ſur l'aiſſieu, on a toutes les racines de l'Equation, tant vrayes que fauſſes. A ſçauoir, ſi la quantité q eſt marquée du ſigne +, les vrayes racines ſeront celles de ces perpendiculaires qui ſe trouueront du meſme coſté de la Parabole que E le centre du cercle, comme FL; & les autres, comme GK, ſeront fauſſes. Mais au contraire, ſi cete quantité q eſt marquée du ſigne —, les vrayes ſeront celles de l'autre coſté, & les fauſſes, ou moindres que rien, ſeront du coſté où eſt E, le centre du cercle. Et enfin, ſi ce cercle ne couppe ny ne touche la Parabole en aucun point, cela teſmoigne qu'il n'y a aucune racine, ny vraye ny fauſſe, en l'Equation, & qu'elles ſont toutes imaginaires. En ſorte que cete reigle eſt la plus generale & la plus accomplie qu'il ſoit poſſible de ſouhaiter (*).

Et la demonſtration en eſt fort ayſée. Car, ſi la ligne GK, trouuée par cete conſtruction, ſe nomme z, AK ſera zz, a cauſe de la Parabole, en laquelle GK doit eſtre moyene proportionelle entre AK & le coſté droit, qui eſt 1. Puis, ſi de AK i'oſte AC, qui eſt $\frac{1}{2}$, & CD qui eſt $\frac{1}{2}p$, il reſte DK ou EM, qui eſt $zz - \frac{1}{2}p - \frac{1}{2}$, dont le quarré eſt :

$$z^4 - pzz - zz + \frac{1}{4}pp + \frac{1}{2}p + \frac{1}{4};$$

(*) VV (1659).

& a cauſe que DE ou KM eſt $\frac{1}{2}q$, la toute GM eſt $z+\frac{1}{2}q$, dont le quarré eſt

$$zz+qz+\frac{1}{4}qq;$$

& aſſemblant ces deux quarrés, on a

$$z^4-pzz+qz+\frac{1}{4}qq+\frac{1}{4}pp+\frac{1}{2}p+\frac{1}{4}$$

a
p
q
r

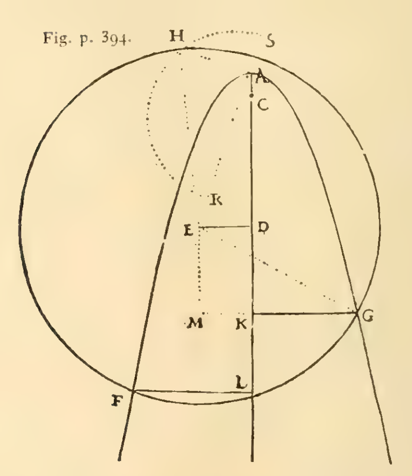


Fig. p. 394.

| pour le quarré de la ligne GE, a cauſe qu'elle eſt la baze du triangle rectangle EMG.

Mais, a cauſe que cete meſme ligne GE eſt le demidiametre du cercle FG, elle ſe peut encore expliquer en d'autres termes. A ſçauoir,

$$ED \text{ eſtant } \frac{1}{2}q, \ \& \ AD \text{ eſtant } \frac{1}{2}p+\frac{1}{2},$$

$$EA \text{ eſt } \sqrt{\frac{1}{4}qq+\frac{1}{4}pp+\frac{1}{2}p+\frac{1}{4}},$$

a caufe de l'angle droit ADE. Puis, HA eftant moyene proportionelle entre AS, qui eft 1, & AR, qui eft r, elle eft $\sqrt{r}$; & a caufe de l'angle droit EAH, le quarré de HE ou EG eft

$$\frac{1}{4}qq + \frac{1}{4}pp + \frac{1}{2}p + \frac{1}{4} + r;$$

fi bien qu'il y a Equation | entre cete fomme & la precedente; ce qui eft le mefme que

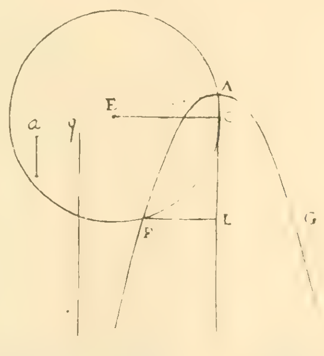
$$z^4 \infty * pzz - qz + r:$$

& par confequent, la ligne trouuée GK, qui a efté nommée z, eft la racine de cete Equation, ainfi qu'il falloit demonftrer. Et fi vous appliqués ce mefme calcul a tous les autres cas de cete reigle, en changeant les fignes + & — felon l'occafion, vous y trouuerés voftre conte en mefme forte, fans qu'il foit befoin que ie m'y arefte.

L'inuention de deux moyenes proportionelles.

Si on veut donc, fuiuant cete reigle, trouuer deux moyenes proportionelles entre les lignes a & q, chafcun fçait que, pofant z pour l'vne: comme a eft a z, ainfi z a $\frac{zz}{a}$, & $\frac{zz}{a}$ a $\frac{z^3}{aa}$; de façon qu'il y a Equation entre q & $\frac{z^3}{aa}$, c'eft a dire

$$z^3 \infty * * aaq.$$



Et la Parabole FAG eftant | defcrite, auec la partie de fon aiffieu AC, qui eft $\frac{1}{2}a$, la moitié du cofté droit, il faut, du point C, efleuer la perpendiculaire CE efgale a $\frac{1}{2}q$, & du centre E, par A, defcriuant le cercle AF,

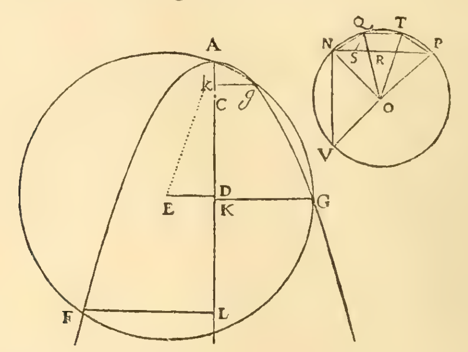
on trouue F L & L A, pour les deux moyenes cherchées.

La façon de diuiser vn angle en trois.

Tout de mesme, si on veut diuiser l'angle N O P, ou bien l'arc ou portion de cercle N Q T P, en trois parties esgales, faisant N O ∞ 1, pour le rayon du cercle, & N P ∞ q, pour la subtendue de l'arc donné, & N Q ∞ z, pour la subtendue du tiers de cet arc, l'Equation vient

$$z^3 \infty * \; 3z - q.$$

Car, ayant tiré les lignes N Q, O Q, O T, & faisant



Q S parallele a T O, on voit que comme N O est a N Q, ainsi N Q a Q R, & Q R a R S : en sorte | que N O estant 1, & N Q estant z, Q R est zz, & R S est z^3. Et a cause qu'il s'en faut seulement R S ou z^3, que la ligne N P, qui est q, ne soit triple de N Q, qui est z, on a

$$q \infty 3z - z^3 \quad \text{ou bien} \quad z^3 \infty * \; 3z - q.$$

Puis, la Parabole F A G estant descrite, & C A, la moitié de son costé droit principal, estant $\frac{1}{2}$, si on prent C D ∞ $\frac{3}{2}$, & la perpendiculaire D E ∞ $\frac{1}{2}q$, & que, du centre E, par A, on descriue le cercle F A g G, il couppe cete Parabole aux trois poins F, g & G, sans conter le point

A, qui en eſt le ſommet. Ce qui monſtre qu'il y a trois racines en cete Equation, a ſçauoir : les deux GK & *gk,* qui ſont vrayes, & la troiſieſme qui eſt fauſſe, a ſçauoir FL. Et de ces deux vrayes, c'eſt *gk,* la plus petite, qu'il faut prendre pour la ligne NQ qui eſtoit cherchée. Car l'autre, GK, eſt eſgale a NV (*), la ſubtendue de la troiſieſme partie de l'arc NVP qui, auec l'autre arc NQP, acheue le cercle. Et la fauſſe, FL, eſt eſgale a ces deux enſemble, QN & NV, ainſi qu'il eſt ayſé a voir par le calcul.

Que tous les probleſmes ſolides ſe peuuent reduire a ces deux conſtructions.

Il ſeroit ſuperflus que ie m'areſtaſſe a donner icy d'autres exemples; car tous les Probleſmes qui ne ſont que ſolides ſe peuuent reduire a tel point, qu'on n'a aucun beſoin de cete reigle pour les conſtruire, ſinon en tant qu'elle ſert a trouuer deux moyenes proportionelles, ou bien a diuiſer vn angle en trois parties eſgales; ainſi que vous connoiſtrés, en conſiderant que leurs difficultés peuuent touſiours eſtre compriſes en des Equations qui ne montent que iuſques au quarré de quarré ou au cube; et que toutes celles qui montent au quarré de quarré ſe reduiſent au quarré, par le moyen de quelques autres qui ne| montent que iuſques au cube : et enfin qu'on peut oſter le ſecond terme de celles cy. En ſorte qu'il n'y en a point qui ne ſe puiſſe reduire a quelqu'vne de ces trois formes :

$$z^3 \infty * - pz + q.$$
$$z^3 \infty * + pz + q.$$
$$z^3 \infty * + pz - q.$$

Or, ſi on a : $z^3 \infty * - pz + q$, la reigle dont Cardan (*)

(*) X. — Y (1659).

attribue l'inuention a vn nommé Scipio Ferreus, nous apprent que la racine eſt :

$$\sqrt{C.\ +\tfrac{1}{2}q+\sqrt{\tfrac{1}{4}qq+\tfrac{1}{27}p^3}}\ -\sqrt{C.\ -\tfrac{1}{2}q+\sqrt{\tfrac{1}{4}qq+\tfrac{1}{27}p^3}};$$

comme auſſy, lorſqu'on a : $z^3 \infty * + pz + q$, & que le quarré de la moitié du dernier terme eſt plus grand que le cube du tiers de la quantité connuë du penultieſme, vne pareille reigle nous apprent que la racine eſt

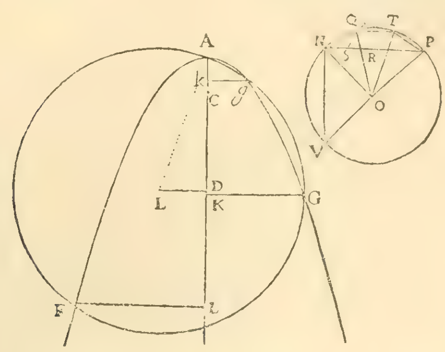
$$\sqrt{C.+\tfrac{1}{2}q+\sqrt{\tfrac{1}{4}qq-\tfrac{1}{27}p^3}}+\sqrt{C.+\tfrac{1}{2}q-\sqrt{\tfrac{1}{4}qq-\tfrac{1}{27}p^3}}.$$

D'où il paroiſt qu'on peut conſtruire tous les Probleſmes dont les difficultés ſe reduiſent a l'vne de ces deux formes, ſans auoir beſoin des ſections coniques pour autre choſe que pour tirer les racines cubiques de quelques quantités données, c'eſt a dire pour trouuer deux moyenes proportionelles entre ces quantités & l'vnité.

Puis, ſi on a : $z^3 \infty * + pz + q$, & que le quarré de la moitié du dernier terme ne ſoit point plus grand que le cube du tiers de la quantité connuë du penultieſme, en ſuppoſant le cercle N Q P V, dont le demidiametre N O ſoit $\sqrt{\tfrac{1}{3}p}$, c'eſt a dire la moyene proportionelle entre le tiers de la quantité donnée p & l'vnité ; & ſuppoſant auſſy la ligne N P inſcrite dans ce cercle, qui ſoit $\frac{3q}{p}$, | c'eſt a dire qui ſoit a l'autre quantité donnée, q, comme l'vnité eſt au tiers de p; il ne faut que diuiſer chaſcun des deux arcs N Q P & N V P en trois parties eſgales, & on aura N Q, la ſubtendue du tiers de l'vn,

& NV, la ſubtendue du tiers de l'autre, qui, iointes enſemble, compoſeront la racine cherchée.

Enfin, ſi on a : $z^3 \infty * pz - q$, en ſuppoſant derechef



le cercle NQPV, dont le rayon NO ſoit $\sqrt{\frac{1}{3}p}$, & l'inſcrite NP ſoit $\frac{3q}{p}$, NQ, la ſubtendue du tiers de l'arc NQP, ſera l'vne des racines cherchées, & NV, la ſubtendue du tiers de l'autre arc, ſera l'autre. Au moins ſi le quarré de la moitié du dernier terme n'eſt point plus grand que le cube du tiers de la quantité connuë du penultieſme : car, s'il eſtoit plus grand, la ligne NP ne pourroit eſtre inſcrite dans le cercle, a cauſe qu'elle ſeroit plus longue que ſon diametre. Ce qui ſeroit cauſe que les deux vrayes ra|cines de cete Equation ne ſeroient qu'imaginaires, & qu'il n'y en auroit de reelles que la fauſſe qui, ſuiuant la reigle de Cardan, ſeroit[a]

$$\sqrt{C.\,\tfrac{1}{2}q + \sqrt{\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3}} + \sqrt{C.\,\tfrac{1}{2}q - \sqrt{\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3}}.$$

Au reſte, il eſt a remarquer que cete façon d'ex- La façon d'exprimer

a. En valeur absolue, conformément à l'habitude de Descartes quand il énonce des racines fausses (négatives).

la valeur de toutes les racines des Equations cubiques, & en ſuite de toutes celles qui ne montent que iuſques au quarré de quarré.

primer la valeur des racines, par le rapport qu'elles ont aux coſtés de certains cubes dont il n'y a que le contenu qu'on connoiſſe, n'eſt en rien plus intelligible, ny plus ſimple, que de les exprimer par le rapport qu'elles ont aux ſubtenduës de certains arcs, ou portions de cercles, dont le triple eſt donné. En ſorte que toutes celles des Equations cubiques qui ne peuuent eſtre exprimées par les reigles de Cardan, le peuuent eſtre autant ou plus clairement par la façon icy propoſée.

Car ſi, par exemple, on penſe connoiſtre la racine de cete Equation :

$$z^3 \infty * + pz + q,$$

a cauſe qu'on ſçait qu'elle eſt compoſée de deux lignes, dont l'vne eſt le coſté d'vn cube, duquel le contenu eſt $\frac{1}{2}q$ adiouſté au coſté d'vn quarré, duquel derechef le contenu eſt $\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3$; & l'autre eſt le coſté d'vn autre cube, dont le contenu eſt la difference qui eſt entre $\frac{1}{2}q$ & le coſté de ce quarré dont le contenu eſt $\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3$: qui eſt tout ce qu'on en apprent par la reigle de Cardan : il n'y a point de doute qu'on ne connoiſſe autant, ou plus diſtinctement, la racine de celle cy

$$z^3 \infty * + pz - q,$$

en la conſiderant inſcrite dans vn cercle dont le demidiametre eſt $\sqrt{\frac{1}{3}p}$, & ſçachant qu'elle y eſt la ſubtenduë d'vn arc dont le triple a, pour ſa ſubtenduë, $\frac{3q}{p}$. Meſme ces ter|mes ſont beaucoup moins embaraſſés que les autres, & ils ſe trouueront beaucoup plus cours, ſi on veut vſer de quelque chiffre particulier

pour exprimer ces fubtenduës, ainfi qu'on fait du chiffre $\sqrt{}$C., pour exprimer le cofté des cubes.

Et on peut auffy, en fuite de cecy, exprimer les racines de toutes les Equations qui montent iufques au quarré de quarré, par les reigles cy deffus expliquées. En forte que ie ne fçache rien de plus a defirer en cete matiere. Car enfin la nature de ces racines ne permet pas qu'on les exprime en termes plus fimples, ny qu'on les determine par aucune conftruction qui foit enfemble plus generale & plus facile.

Pourquoy les problefmes folides ne peuuent eftre conftruits fans les fections coniques, ny ceux qui font plus compofés fans quelques autres lignes plus compofées.

Il eft vray que ie n'ay pas encore dit fur quelles raifons ie me fonde, pour ofer ainfi affurer fi vne chofe eft poffible ou ne l'eft pas. Mais, fi on prent garde comment, par la methode dont ie me fers, tout ce qui tombe fous la confideration des Geometres fe reduift a vn mefme genre de Problefmes, qui eft de chercher la valeur des racines de quelque Equation, on iugera bien qu'il n'eft pas malayfé de faire vn denombrement de toutes les voyes par lefquelles on les peut trouuer, qui foit fuffifant pour demonftrer qu'on a choifi la plus generale & la plus fimple. Et particulierement pour ce qui eft des Problefmes folides, que i'ay dit ne pouuoir eftre conftruits fans qu'on y employe quelque ligne plus compofée que la circulaire, c'eft chofe qu'on peut affés trouuer, de ce qu'ils fe reduifent tous a deux conftructions : en l'vne defquelles il faut auoir tout enfemble les deux poins qui determinent deux moyenes proportionelles entre deux | lignes données, & en l'autre, les deux poins qui diuifent en trois parties efgales vn arc donné. Car, d'autant que la courbure du cercle ne depend que d'vn fimple rapport de toutes fes

parties au point qui en eſt le centre, on ne peut auſſy s'en ſeruir qu'a determiner vn ſeul point entre deux extremes, comme a trouuer vne moyene proportionelle entre deux lignes droites données, ou diuiſer en deux vn arc donné. Au lieu que la courbure des ſections coniques, dependant touſiours de deux diuerſes choſes, peut auſſy ſeruir a determiner deux poins differens.

Mais, pour cete meſme raiſon, il eſt impoſſible qu'aucun des Problesmes qui ſont d'vn degré plus compoſés que les ſolides, & qui preſuppoſent l'inuention de quatre moyenes proportionelles, ou la diuiſion d'vn angle en cinq parties eſgales, puiſſent eſtre conſtruits par aucune des ſections coniques. C'eſt pourquoy ie croyray faire en cecy tout le mieux qui ſe puiſſe, ſi ie donne vne reigle generale pour les conſtruire, en y employant la ligne courbe qui ſe deſcrit par l'interſection d'vne Parabole & d'vne ligne droite, en la façon cy deſſus expliquée. Car i'oſe aſſurer qu'il n'y en a point de plus ſimple en la nature, qui puiſſe ſeruir a ce meſme effect, & vous aués vû comme elle ſuit immediatement les ſections coniques, en cete queſtion, tant cherchée par les anciens, dont la ſolution enſeigne par ordre toutes les lignes courbes qui doiuent eſtre receuës en Geometrie.

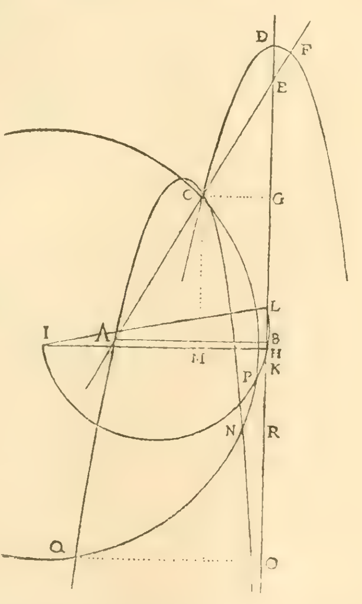
Façon generale pour conſtruire tous les problesmes reduits a vne Equation qui n'a point plus de ſix dimenſions.

Vous ſçaués deſia comment, lorſqu'on cherche les quantités qui ſont requiſes pour la conſtruction de ces Problesmes, on les peut touſiours reduire a quelque Equation qui ne monte que iuſques au quarré de cube, ou | au ſurſolide. Puis vous ſçaués auſſy comment, en augmentant la valeur des racines de cete Equation, on peut touſiours faire qu'elles deuienent toutes vrayes;

& auec cela, que la quantité connuë du troiſieſme terme ſoit plus grande que le quarré de la moitié de celle du ſecond ; & enfin, comment, ſi elle ne monte que iuſques au ſurſolide, on la peut hauſſer iuſques au quarré de cube, & faire que la place d'aucun de ſes termes ne manque d'eſtre remplie. Or, affin que toutes les difficultés dont il eſt icy queſtion puiſſent eſtre reſoluës par vne meſme reigle, ie deſire qu'on face toutes ces choſes, &, par ce moyen, qu'on les reduiſe touſiours a vne Equation de telle forme :

$$y^6 - py^5 + qy^4 - ry^3 + syy - ty + v \infty o,$$

& en laquelle la quantité nommée q ſoit plus grande que le quarré de la moitié de celle qui eſt nommée p.



|Puis, ayant fait la ligne BK indefiniement longue des deux coſtés, &, du point B, ayant tiré la perpendiculaire AB dont la longeur ſoit $\frac{1}{2}p$, il faut, dans vn plan ſeparé, deſcrire vne Parabole, comme CDF, dont le coſté droit principal ſoit $\sqrt{\frac{t}{\sqrt{v}} + q - \frac{1}{4}pp}$, que ie nommeray n, pour abreger. Aprés cela, il faut poſer le plan dans lequel eſt cete Parabole, ſur celuy où ſont les lignes AB

& BK, en ſorte que ſon aiſſieu DE ſe rencontre iuſtement au deſſus de la ligne droite BK. Et, ayant pris la partie de cet aiſſieu qui eſt entre les poins E & D eſgale a $\frac{2\sqrt{v}}{pn}$, il faut appliquer ſur ce point E vne longue reigle, en telle façon qu'eſtant auſſy appliquée ſur le point A du plan de deſſous, elle demeure touſiours iointe a ces deux poins, pendant qu'on hauſſera ou baiſſera la Para|bole tout le long de la ligne BK, ſur laquelle ſon aiſſieu eſt appliqué. Au moyen de quoy, l'interſection de cete Parabole & de cete reigle, qui ſe fera au point C, deſcrira la ligne courbe ACN, qui eſt celle dont nous auons beſoin de nous ſeruir pour la conſtruction du Probleſme propoſé. Car, aprés qu'elle eſt ainſi deſcrite, ſi on prent le point L en la ligne BK, du coſté vers lequel eſt tourné le ſommet de la Parabole, & qu'on face BL eſgale a DE, c'eſt a dire a $\frac{2\sqrt{v}}{pn}$; puis, du point L vers B, qu'on prene, en la meſme ligne BK, la ligne LH eſgale a $\frac{t}{2n\sqrt{v}}$; & que, du point H ainſi trouué, on tire a angles droits, du coſté qu'eſt la courbe ACN, la ligne HI, dont la longeur ſoit $\frac{r}{2nn} + \frac{\sqrt{v}}{nn} + \frac{pt}{4nn\sqrt{v}}$, qui, pour abreger, ſera nommée $\frac{m}{nn}$; & aprés, ayant ioint les poins L & I, qu'on deſcriue le cercle LPI, dont IL ſoit le diametre, & qu'on inſcriue en ce cercle la ligne LP dont la longeur ſoit $\sqrt{\frac{s+p\sqrt{v}}{nn}}$; puis enfin, du centre I, par le point P ainſi trouué, qu'on deſcriue le cercle PCN. Ce cercle couppera ou touchera la ligne courbe ACN en autant de poins qu'il y aura de racines en l'Equation; en ſorte que les perpendiculaires tirées de ces poins ſur la ligne BK, comme CG, NR, QO &

ſemblables, feront les racines cherchées, ſans qu'il y ait aucune exception ny aucun deffaut en cete reigle. Car, ſi la quantité *s* eſtoit ſi grande, a proportion des autres, *p*, *q*, *r*, *t* & *v*, que la ligne LP ſe trouuaſt plus grande que le diametre du cercle IL, en ſorte qu'elle n'y puſt eſtre inſcrite, il n'y auroit aucune racine, en l'Equation propoſée, qui ne fuſt imaginaire. Non plus que ſi le cercle IP eſtoit ſi petit qu'il ne coupaſt la courbe ACN en aucun point (*). Et il la peut coupper en ſix differens, ainſi qu'il peut y auoir ſix diuerſes racines en l'Equation. Mais, lorſqu'il la couppe en moins, cela teſmoigne qu'il y a quelques vnes de ces racines qui ſont eſgales entre elles, ou bien qui ne ſont qu'imaginaires.

Que ſi la façon de tracer la ligne ACN, par le mouuement d'vne Parabole, vous ſemble incommode, il eſt ayſé de trouuer pluſieurs autres moyens pour la deſcrire. Comme : ſi, ayant les meſmes quantités que deuant pour AB & BL, & la meſme, pour BK, qu'on auoit poſée pour le coſté droit principal de la Parabole, on deſcrit le demi-

(*) Z (1659).

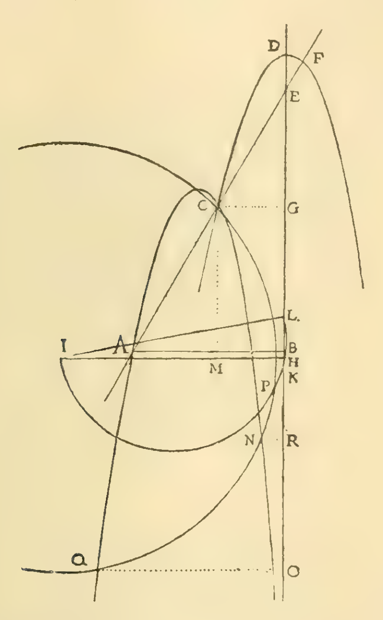
cercle KST dont le centre ſoit pris a diſcretion dans la ligne BK, en ſorte qu'il couppe quelque part la ligne AB, comme au point S; & que, du point T où il finiſt, on prene vers K la ligne TV eſgale a BL; puis, ayant tiré la ligne SV, qu'on en tire vne autre, qui luy ſoit parallele, par le point A, comme AC; & qu'on en tire auſſy vne autre par S, qui ſoit parallele a BK, comme SC; le point C, où ces deux paralleles ſe rencontrent, ſera l'vn de ceux de la ligne courbe cherchée. Et on en peut trouuer, en meſme ſorte, autant d'autres qu'on en deſire.

|Or la demonſtration de tout cecy eſt aſſés facile. Car, appliquant la reigle AE auec la Parabole FD ſur le point C, comme il eſt certain qu'elles peuuent y eſtre appliquées enſemble, puiſque ce point C eſt en la courbe ACN, qui eſt deſcrite par leur interſection : ſi CG ſe nomme y, GD ſera $\frac{yy}{n}$, a cauſe que le coſté droit, qui eſt n, eſt a CG comme CG a GD. Et oſtant DE, qui eſt $\frac{2\sqrt{v}}{pn}$, de GD, on a $\frac{yy}{n} - \frac{2\sqrt{v}}{pn}$ pour GE. Puis, a cauſe que AB eſt a BE comme CG eſt a GE, AB eſtant $\frac{1}{2}p$, BE eſt $\frac{py}{2n} - \frac{\sqrt{v}}{ny}$.

Et tout de meſme, en ſuppoſant que le point C de la courbe a eſté trouué par l'interſection des lignes droites SC, parallele a BK, & AC, parallele a SV; SB, qui eſt eſgale a CG, eſt y, & BK eſtant eſgale au coſté droit de la Parabole, que i'ay nommé n, BT eſt $\frac{yy}{n}$. Car, comme KB eſt a BS, ainſi BS eſt a BT. Et TV eſtant la meſme que BL, c'eſt a dire $\frac{2\sqrt{v}}{pn}$, BV eſt $\frac{yy}{n} - \frac{2\sqrt{v}}{pn}$. Et comme SB eſt a BV, ainſi AB eſt a BE qui eſt, par conſequent, $\frac{py}{2n} - \frac{\sqrt{v}}{ny}$, comme deuant.

D'où on voit que c'eſt vne meſme ligne courbe qui ſe deſcrit en ces deux façons.

Aprés cela, pource que BL & DE ſont eſgales, DL & BE le ſont auſſy : de façon qu'adiouſtant LH, qui eſt



$\frac{t}{2n\sqrt{v}}$, a DL, qui eſt $\frac{py}{2n} - \frac{\sqrt{v}}{ny}$, on a la toute DH, qui eſt

$$\frac{py}{2n} - \frac{\sqrt{v}}{ny} + \frac{t}{2n\sqrt{v}};$$

& en oſtant GD, qui eſt $\frac{yy}{n}$, on a GH, qui eſt

$$\frac{py}{2n} - \frac{\sqrt{v}}{ny} + \frac{t}{2n\sqrt{v}} - \frac{yy}{n}.$$

Ce que i'eſcris par ordre en cete ſorte :

$$GH \infty \frac{-y^3 + \frac{1}{2}pyy + \frac{ty}{2\sqrt{v}} - \sqrt{v}}{ny}.$$

Et le quarré de GH eſt

$$\frac{y^6 - py^5 \left.\begin{matrix} -\frac{t}{\sqrt{v}} \\ +\frac{1}{4}pp \end{matrix}\right\} y^4 \left.\begin{matrix} +2\sqrt{v} \\ +\frac{pt}{2\sqrt{v}} \end{matrix}\right\} y^3 \left.\begin{matrix} -p\sqrt{v} \\ +\frac{tt}{4v} \end{matrix}\right\} yy - ty + v}{nnyy}$$

Et en quelque autre endroit de cete ligne courbe qu'on veuille imaginer le point C, comme vers N ou vers Q, on trouuera touſiours que le quarré de la ligne droite, qui eſt entre le point H & celuy où tombe la perpendiculaire du point C ſur BH, peut eſtre exprimé en ces meſmes termes, & auec les meſmes ſignes + & −.

De plus, IH eſtant $\frac{m}{nn}$, & LH eſtant $\frac{t}{2n\sqrt{v}}$, IL eſt

$$\sqrt{\frac{mm}{n^4} + \frac{tt}{4nnv}},$$

a cauſe de l'angle droit IHL ; & LP eſtant | $\sqrt{\frac{s}{nn} + \frac{p\sqrt{v}}{nn}}$, IP ou IC eſt

$$\sqrt{\frac{mm}{n^4} + \frac{tt}{4nnv} - \frac{s}{nn} - \frac{p\sqrt{v}}{nn}},$$

a cauſe auſſy de l'angle droit IPL. Puis, ayant fait CM perpendiculaire ſur IH, IM eſt la difference qui eſt entre IH & HM ou CG, c'eſt a dire entre $\frac{m}{nn}$ & y; en ſorte que ſon quarré eſt touſiours

$$\frac{mm}{n^4} - \frac{2my}{nn} + yy,$$

qui eſtant oſté du quarré | de IC, il reſte :

$$\frac{tt}{4nnv} - \frac{s}{nn} - \frac{p\sqrt{v}}{nn} + \frac{2my}{nn} - yy,$$

pour le quarré de CM, qui eſt eſgal au quarré de GH

defia trouué. Ou bien, en faifant que cete fomme foit diuifée comme l'autre par $nnyy$, on a

$$\frac{-nny^4 + 2my^3 - p\sqrt{v}yy - syy + \frac{tt}{4v}yy}{nnyy}.$$

Puis, remettant

$$\frac{t}{\sqrt{v}}y^4 + qy^4 - \frac{1}{4}ppy^4, \quad \text{pour } nny^4;$$
$$\&\ ry^3 + 2\sqrt{v}y^3 + \frac{pt}{2\sqrt{v}}y^3, \text{ pour } 2my^3;$$

& multipliant l'vne & l'autre fomme par $nnyy$, on a :

$$y^6 - py^5 \left.\begin{array}{l} -\frac{t}{\sqrt{v}} \\ \\ +\frac{1}{4}pp \end{array}\right\} y^4 \left.\begin{array}{l} +2\sqrt{v} \\ \\ +\frac{pt}{2\sqrt{v}} \end{array}\right\} y^3 \left.\begin{array}{l} -p\sqrt{v} \\ \\ +\frac{tt}{4v} \end{array}\right\} yy - ty + v$$

efgal a

$$\left.\begin{array}{l} -\frac{t}{\sqrt{v}} \\ -q \\ +\frac{1}{4}pp \end{array}\right\} y^4 \left.\begin{array}{l} +r \\ +2\sqrt{v} \\ +\frac{pt}{2\sqrt{v}} \end{array}\right\} y^3 \left.\begin{array}{l} -p\sqrt{v} \\ -s \\ +\frac{tt}{4v} \end{array}\right\} yy;$$

c'eft a dire qu'on a

$$y^6 - py^5 + qy^4 - ry^3 + syy - ty + v \infty 0.$$

D'où il paroift que les lignes CG, NR, QO & femblables font les racines de cete Equation, qui eft ce qu'il falloit demonftrer.

Ainfi[a] donc, fi on veut trouuer quatre moyennes proportionelles entre les lignes a & b, ayant pofé x pour la premiere, l'Equation eft :

$$x^5 \star\star\star\star - a^4 b \infty 0,$$
$$\text{ou bien}\quad x^6 \star\star\star\star - a^4 bx \star \infty 0.$$

a. Il femble qu'en regard de cet alinéa, il faille restituer en manchettes : « *L'inuention de quatre moyenes proportionelles.* »

Et faifant $y - a \infty x$, il vient :

$$y^6 - 6ay^5 + 15aay^4 - 20a^3y^3 + 15a^4yy \left.\begin{matrix} -6a^5 \\ -a^4b \end{matrix}\right\} y \begin{matrix} +a^6 \\ +a^5b \end{matrix} \infty 0.$$

C'eft pourquoy il faut prendre

$3a$ pour la ligne AB,

& $\sqrt{\frac{6a^3 + aab}{\sqrt{aa+ab}} + 6aa}$ pour BK, ou le cofté droit de la Parabole, que i'ay nommé n;

& $\frac{a}{3n}\sqrt{aa+ab}$ pour DE ou BL.

Et aprés auoir defcrit la ligne courbe ACN fur la mefure de ces trois, il faut faire :

$$LH \infty \frac{6a^3 + aab}{2n\sqrt{aa+ab}},$$

$$HI \infty \frac{10a^3}{nn} + \frac{aa}{nn}\sqrt{aa+ab} + \frac{18a^4 + 3a^3b}{2nn\sqrt{aa+ab}},$$

$$\& \ LP \infty \sqrt{\frac{15a^4 + 6a^3\sqrt{aa+ab}}{nn}}.$$

Car le cercle qui, ayant fon centre au point I, paffera par le point P ainfi trouué, couppera la courbe aux deux poins C & N, defquels ayant tiré les perpendiculaires NR & CG, fi la moindre, NR, eft oftée de la plus grande CG, le refte fera x, la premiere des quatre moyennes proportionelles cherchées.

Il eft ayfé, en mefme façon de diuifer vn angle en cinq parties efgales, & d'infcrire vne figure d'vnze ou treze coftés efgaux dans vn cercle, & de trouuer vne infinité d'autres exemples de cete reigle.

Toutefois il eft a remarquer qu'en plufieurs de ces exemples, il peut arriuer que le cercle couppe fi obliquement la Parabole du fecond genre, que le point de leur interfection foit difficile a reconnoiftre, & ainfi,

que cete conſtruction ne ſoit pas commode pour la pratique. A quoy il ſeroit ayſé de remedier en compoſant d'autres reigles a l'imitation de celle cy, comme on en peut compoſer de mille ſortes.

Mais mon deſſein n'eſt pas de faire vn gros liure, & ie taſche plutoſt de comprendre beaucoup en peu de mots, comme on iugera peuteſtre que i'ay fait, ſi on conſidere qu'ayant reduit a vne meſme conſtruction tous | les Probleſmes d'vn meſme genre, i'ay tout enſemble donné la façon de les reduire a vne infinité d'autres diuerſes, & ainſi de reſoudre chaſcun d'eux en vne infinité de façons; puis, outre cela, qu'ayant conſtruit tous ceux qui ſont plans, en coupant d'vn cercle vne ligne droite, & tous ceux qui ſont ſolides, en coupant auſſy d'vn cercle vne Parabole, & enfin tous ceux qui ſont d'vn degré plus compoſés, en coupant tout de meſme d'vn cercle vne ligne qui n'eſt que d'vn degré plus compoſée que la Parabole; il ne faut que ſuiure la meſme voye pour conſtruire tous ceux qui ſont plus compoſés a l'infini. Car en matiere de progreſſions Mathematiques, lorſqu'on a les deux ou trois premiers termes, il n'eſt pas malayſé de trouuer les autres. Et i'eſpere que nos neueux me ſçauront gré, non ſeulement des choſes que i'ay icy expliquées, mais auſſy de celles que i'ay omiſes volontairement, affin de leur laiſſer le plaiſir de les inuenter.

FIN.

Aduertiſſement.

Ceux qui ne viſitent les Tables des liures qu'affin d'y choiſir les matieres qu'ils veulent voir, & de s'exempter de la peine de lire le reſte, ne tireront aucune ſatisfaction de celle cy : car l'explication des queſtions qui y ſont marquées depend quaſi touſiours ſi expreſſement de ce qui les precede, & ſouuent auſſy de ce qui les ſuit, qu'on ne la ſçauroit entendre parfaitement ſi on ne liſt auec attention tout le liure. Mais pour ceux qui l'auront deſia leu, & qui ſçauront aſſez bien les choſes les plus generales qu'il contient, cete Table leur pourra ſeruir, tant a les faire ſouuenir des endroits où il eſt parlé des plus particulieres qui ſeront eſchappées de leur memoire, que ſouuent auſſy a leur faire prendre garde a celles qu'ils auront peuteſtre paſſées ſans les remarquer.

TABLE

DES PRINCIPALES DIFFICULTEZ

QUI SONT EXPLIQUÉES EN LA

DIOPTRIQUE

Difcours Premier.

DE LA LUMIERE.

Diſcours Second.

DE LA REFRACTION.

Diſcours Troiſieſme.

DE L'ŒIL.

Diſcours Quatrieſme.

DES SENS EN GENERAL.

Diſcours Cinquieſme.

DES IMAGES QUI SE FORMENT SUR LE FONDS DE L'ŒIL.

Diſcours Sixieſme.

DE LA VISION.

Diſcours Septieſme.

DES MOYENS DE PERFECTIONNER LA VISION.

Difcours Huitiefme.

DES FIGURES QUE DOIVENT AVOIR LES CORS TRANSPARENS

POUR DETOURNER LES RAYONS PAR REFRACTION EN TOUTES LES FAÇONS QUI SERVENT A LA VEUE.

Discours Neufiesme.

DE LA DESCRIPTION DES LUNETES.

Discours Dixiesme.

DE LA FAÇON DE TAILLER LES VERRES.

TABLE

DES PRINCIPALES DIFFICULTEZ

QUI SONT EXPLIQUÉES AUX

METEORES

Discours Premier.

DE LA NATURE DES CORS TERRESTRES.

Difcours Second.

DES VAPEURS ET DES EXHALAISONS.

Discours Troisiesme.

DU SEL.

Discours Quatriesme.

DES VENS.

Difcours Cinquiefme.

DES NUES.

Difcours Sixiefme.

DE LA NEIGE, DE LA PLUIE ET DE LA GRESLE.

Difcours Septiefme.

DES TEMPESTES, DE LA FOUDRE ET DE TOUS LES AUTRES FEUX QUI S'ALLUMENT EN L'AIR.

Diſcours Huitieſme.

DE L'ARC-EN-CIEL.

Difcours Neufiefme.

DE LA COULEUR DES NUES, ET DES CERCLES OU COURONNES QU'ON VOIT QUELQUEFOIS AUTOUR DES ASTRES.

Difcours Dernier.

DE L'APPARITION DE PLUSIEURS SOLEILS.

TABLE

DES MATIERES DE LA

GEOMETRIE

Liure Premier.

DES PROBLESMES QU'ON PEUT CONSTRUIRE SANS Y EMPLOYER QUE DES CERCLES ET DES LIGNES DROITES.

Liure[a] *Second.*

DE LA NATURE DES LIGNES COURBES.

a. Liure] Difcours *Desc.*

Liure Troisiesme.

DE LA CONSTRUCTION DES PROBLESMES SOLIDES OU PLUS QUE SOLIDES.

FIN [a].

a. Après *Les fautes de l'impreſſion,* qui occupent une page, on lit : *On trouuera auſſy en pluſieurs endroits des diſtinctions fort mal miſes, et quantité d'autres fautes de peu d'importance : leſquelles on excuſera facilement quand on ſçaura que l'Autheur ne fait pas profeſſion d'eſtre Grammairien, et que le Compoſiteur dont le Libraire s'eſt ſerui n'entend pas vn mot de François.*

Par grace & priuilege du Roy tres chretien il eſt permis a l'Autheur du liure intitulé *Diſcours de la Methode etc., plus la Dioptrique, les Meteores, et la Geometrie etc.*, de le faire imprimer en telle part que bon luy ſemblera dedans & dehors le royaume de France, & ce, pendant le terme de dix annees conſequutiues, a conter du iour qu'il ſera paracheué d'imprimer, ſans qu'aucun autre que le libraire qu'il aura choiſi le puiſſe imprimer, ou faire imprimer, en tout ny en partie, ſous quelque pretexte ou deguiſement que ce puiſſe eſtre, ny en vendre ou debiter d'autre impreſſion que de celle qui aura eſté faite par ſa permiſſion, a peine de mil liures d'amande, confiſcation de tous les exemplaires &c. Ainſi qu'il eſt plus amplement declaré dans les lettres donnees a Paris le 4 iour de May 1637, ſignees par le Roy en ſon conſeil *Ceberet*, & ſcellees du grand ſceau de cire iaune ſur ſimple queuë.

L'Autheur a permis a Ian Maire, marchand libraire a Leyde, d'imprimer le dit liure & de iouir du dit priuilege pour le tems et aux conditions entre eux accordées.

Acheué d'imprimer le 8. iour de Iuin 1637.

De Staten Generael der vereenichde Nederlanden hebben gheconſenteert, gheaccordeert ende gheoctroyeert, conſenteren, accorderen ende octroyeren by deſen Ian Maire, Boeckvercooper woonende binnen Leyden, dat hy voor den tijt van neghen naeſtcomende jaren, alleene in deſe vereenichde Nederlanden, geaſſocieerde Lantſchappen ende Steden, ſal mogen drucken, doen drucken, uytgeven ende vercoopen ſeecker boeck daer van den Titel is : *Diſcours de la Methode etc. plus la Dioptrique, les Meteores, et la Geometrie etc.*, verbiedende alle ende een yegelijck Ingeſetenen van deſe landen, binnen den voorſz. tijt van neghen naeſtromende jaren, het voorſz. Boeck int gheheel ofte deel nae te drucken, doen nadrucken, uytgheven, of vercoopen, ofte elders naegedruckt binnen deſe Landen te brenghen om vercocht ofte ghebruyckt te worden, ſonder conſent van de voorſz. Ian Maire op verbeurte van alle de naeghedruckte exemplaren, ende daerenboven van een ſomme van dryehondert Carolus guldens, tappliceren een derdendeel daer van, ten behoeve van den Officier die de Calangie doen ſal, het tweede derdendeel ten behoeve van den Armen, ende het reſterende derdendeel ten behoeve van der voorſz. Ian Maire. Ghedaen in den Hage den xx^{en} December 1636.

SCHOVENBORCH.

Ter ordonnantie van de Hooghghemelte Heeren
Staten Generael,

CORNELIS MUSCH.

RENATI DES CARTES

SPECIMINA

PHILOSOPHIÆ:

SEV

DISSERTATIO

DE

METHODO

Rectè regendæ rationis, & veritatis in ſcientiis inveſtigandæ:

DIOPTRICE,

ET

METEORA.

Ex Gallico tranſlata, & ab Auctore perlecta, variiſque in locis emendata.



AMSTELODAMI,

Apud LUDOVICUM ELZEVIRIUM.

CIↃ IↃC XLIV.

Cum Privilegiis.

PRIVILEGE

Loüis, *par la grace de Dieu Roy de France et de Navarre, à nos amés et feaux Con*ers *les gens tenans nos cours de Parlement, Baillifs, Seneschaux, Prevosts, Iuges, ou leurs Lieutenans, et autres nos juges et officiers quelconques, A chascun d'eux, ainsy qu'il appartiendra, salut. L'invention des Sciences et des Arts accompagnez de leurs demonstrations, et des moyens de les metre à execution, estant une production des Esprits qui sont plus excellens que le commun, a fait que les Princes et les Estats en ont tousiours receu les inventeurs avec toutes sortes de gratifications, afin que, ces choses introduites es lieux de leur obeissance, ils en devienent plus florissans. Ainsy nostre bien amé Des Cartes nous a fait remonstrer qu'il a par une longue estude rencontré et demonstré plusieurs choses utiles et belles, auparavant incognües dans les Sciences humaines, et concernant divers arts avec les moyens de les mettre en execution. Toutes lesquelles choses il offre de bailler au publiq, en luy accordant qu'il puisse faire imprimer des traitez qu'il en a composez et composera cy apres, soit de theorie soit de pratique, separement et conjointement en telle part que bon luy semblera dedans ou dehors nostre Royaume, et par telles personnes qu'il voudra de nos sujets et autres, avec les defences accoustumées en cas pareil, Nous requerant humblement nos lettres à ce necessaires. A ces causes desirant gratifier ledit Des Cartes et faire cognoistre que c'est à luy que le publiq a l'obligation de ses inventions, nous avons, par ces presantes, accordé, permis, voulons et nous plaist que ledit Des Cartes puisse faire et face imprimer toutes les œuvres qu'il a composées et qu'il composera touchant les sciences humaines, en tel nombre de traitez et de volumes que ce soit, separement et conjointement, en telle part que bon luy semblera, dedans et dehors nostre obeissance, par telles personnes qu'il voudra choisir de nos sujets ou autres. Et que pendant le terme de dix années consecutives à conter pour chascun volume ou traité du jour qu'il sera parachevé d'imprimer, mesme auparavant ce terme commencé, aucun ne puisse imprimer ou faire imprimer en tout ny en partie, sous quelque pretexte ou deguisement que ce puisse estre, aucune des œuvres dudit Des Cartes, que ceux de nos sujets ou autres ausquels il en aura donné la permission, ny personne en vendre et debiter d'autre impression que de celle qui aura esté faite par sa permission, à peine de Mille livres d'amande, confisquation de tous les exemplaires, despens, dommages et interests, applicables moitié aux pauvres et moitié au profit dudit Des Cartes. Si vous mandons et à chascun de vous enjoignons par ces presentes que du contenu en icelles vous faites, laissez et souffrez jouir et user pleinement et paisiblement ledit Des Cartes, faisant cesser tous troubles et empeschemens contraires. Et d'autant que de ces presentes on pourroit avoir affaire en plusieurs lieux, Nous voulons qu'au vidimus et extrait d'icelles deüment collationné par un de nos amez et feaux Conseillers et Secretaires, foy soit adjoustée comme au present original. Car tel est nostre plaisir. Donné à Paris le IIII Iour de May mil six cens trente sept et de nostre regne le vingtiesme.*

Par le Roy en son Conseil
Ceberet

et scellé du grand seau de cire jaune
sur simple queuë.

INDEX[1]

MATERIARUM CONTENTARUM IN DISSERTATIONE DE METHODO RECTE UTENDI RATIONE & VERITATEM IN SCIENTIIS INVESTIGANDI.

INDEX

MATERIARUM CONTENTARUM IN DIOPTRICA.

Caput I. *De Lumine.*

1. Ces *Index* reproduisent les titres des sections, qui figurent en manchettes sur les marges de l'édition originale, mais qui n'y seront pas réimprimés dans celle-ci. Comme il y a quelques variantes, nous les indiquerons ci-après, en désignant par I les leçons des *Index*, par M celles des manchettes. Les renvois sont faits aux numéros des sections.

Meth. 2 Author M. — 3 depromtæ I. — 5 Authore M. — 6 Author M.

Caput II. *De Refractione.*

I, 3 : ad nos à Sole M.

CAPUT III. *De Oculo.*

CAPUT IV. *De Sensibus in genere.*

CAPUT V. *De Imaginibus quæ formantur in fundo oculi.*

CAPUT VI. *De Viſione.*

CAPUT VII. *De modis viſionem perficiendi.*

CAPUT VIII. *De figuris quas pellucida corpora requirunt ad detorquendos refractione radios omnibus modis viſioni inſervientibus.*

6 : ab (*après* quam) *omis* M. — 12 : quoad] quod ad M. — 12 : diverſis (*après* aliis) *omis* M.

CAPUT IX. *Deſcriptio Specillorum.*

VIII, 24 : tantumdem M. — IX, 8 : conficiendis *omis* M.

Caput X. *De modo expoliendi vitra.*

INDEX

MATERIARUM CONTENTARUM IN METEORIS.

Caput I. *De naturâ terreſtrium corporum.*

2 : Primi capitis argumentum M.

CAPUT II. *De vaporibus & exhalationibus.*

Caput III. *De ſale.*

III, 4 : paullò I. — 9 : extinguendis M. — muria] maria I M. — 10 : litore I.

CAPUT IV. *De ventis.*

III, 16 : cùm] quum I M (*de même 18, les deux fois*).

CAPUT V. *De nubibus.*

IV, 10 : litore I. — 13 litoribus I.

Philoſophorum, qui dicunt inter | *accidentia* ſola, non autem inter *formas ſubſtantiales individuorum ejuſdem ſpeciei*, plus & minus reperiri.

Sed profiteri non verebor me ſingulari deputare felicitati, quòd à primis annis in eas cogitandi vias inciderim, per quas non difficile fuit pervenire ad cognitionem quarundam regularum ſive axiomatum, quibus conſtat Methodus, cujus ope gradatim augere ſcientiam, illamque tandem, quam pro ingenii mei tenuitate & vitæ brevitate maximam ſperare liceat, acquirere poſſe confido. Jam enim ex eâ tales fructus percepi, ut quamvis de me ipſo ſatis demiſſè ſentire conſueverim; & dum varias hominum curas oculo Philoſophico intueor, vix ullæ unquam occurrant quæ non vanæ & inutiles videantur; non poſſim quin dicam, me ex progreſſu quem in veritatis indagatione jam feciſſe arbitror, ſummâ voluptate perfundi; talemque de iis quæ mihi quærenda reſtant ſpem concepiſſe, ut ſi inter occupationes eorum qui meri homines ſunt, quædam ſolidè bona & ſeria detur, credere auſim illam eandem eſſe quam elegi.

Me verò fortaſſe fallit opinio, nec aliud eſt quàm orichalcum & vitrum, quod pro auro & gemmis hîc vendito. Novi quàm proclives ſimus in errorem, cùm de nobis ipſis judicamus, & quàm ſuſpecta etiam eſſe debeant amicorum teſtimonia, cùm nobis favent. Sed in
3 hoc libello de||clarare inſtitui | quales vias in quærendâ veritate ſequutus ſim, & vitam omnem meam tanquam in tabellâ delineare; ut cuilibet ad reprehendendum pateat acceſſus, & ipſe poſt tabulam deliteſcens liberas hominum voces in meî ipſius emendationem exaudiam, atque hunc adhuc diſcendi modum, cæteris quibus uti ſoleo adjungam.

Ne quis igitur putet me hîc traditurum aliquam Methodum, quam unuſquiſque ſequi debeat ad rectè regendam rationem; illam enim tantùm quam ipſemet ſequutus ſum exponere decrevi. Qui aliis præcepta dare audent, hoc ipſo oſtendunt, ſe ſibi prudentiores iis quibus ea præſcribunt, videri; ideoque ſi vel in minimâ re fallantur, magnâ reprehenſione digni ſunt. Cùm autem hîc nihil aliud promittam quàm hiſtoriæ, vel, ſi malitis, fabulæ narrationem, quâ inter nonnullas res, quas non inutile erit imitari, plures aliæ fortaſſe erunt quæ fugiendæ videbuntur; ſpero illam aliquibus ita profuturam, ut nemini interim nocere poſſit, & omnes aliquam ingenuitati meæ gratiam ſint habituri.

Ab ineunte ætate ad literarum ſtudia animum adjeci; & quoniam à præceptoribus audiebam illarum ope certam & evidentem cognitionem eorum omnium quæ ad vitam utilia ſunt acquiri poſſe,

incredibili deſiderio diſcendi flagrabam. Sed ſimul ac illud ſtudiorum curriculum abſolvi, quo decurſo mos eſt in eruditorum numerum cooptari, planè aliud cœpi cogitare. Tot enim me dubiis totque erroribus implicatum eſſe animadverti, ut omnes diſcendi conatus nihil aliud mihi profuiſſe judicarem, quàm quòd ignorantiam meam magis magiſque detexiſſem.

Attamen tunc | degebam in unâ ex celeberrimis totius || Europæ 4
ſcholis, in quâ, ſicubi in univerſo terrarum orbe, doctos viros eſſe debere cogitabam. Omnibus iis quibus alii ibidem imbuebantur utcunque tinctus eram. Nec contentus ſcientiis quas docebamur, libros de quibuſlibet aliis magis curioſis atque à vulgo remotis tractantes, quotquot in manus meas inciderant evolveram. Aliorum etiam de me judicia audiebam, nec videbam me quoquam condiſcipulorum inferiorem æſtimari, quamvis jam ex eorum numero nonnulli ad præceptorum loca implenda deſtinarentur. Ac denique hoc ſæculum non minùs floridum & bonorum ingeniorum ferax quàm ullum præcedentium eſſe arbitrabar. Quæ omnia mihi audaciam dabant de aliis ex me judicandi, & credendi nullam in mundo ſcientiam dari, illi parem cujus ſpes facta mihi erat.

Non tamen idcirco ſtudia omnia, quibus operam dederam in ſcholis, negligebam : fatebar enim linguarum peritiam quæ ibi acquiritur, ad veterum ſcripta intelligenda requiri ; artificioſas fabularum narrationes ingenium quodammodo expolire & excitare ; caſus hiſtoriarum memorabiles animum ad magna ſuſcipienda impellere, & ipſas cum prudentiâ lectas non parum ad formandum judicium conferre ; omnem denique bonorum librorum lectionem eodem fere modo nobis prodeſſe, ac ſi familiari colloquio præſtantiſſimorum totius antiquitatis ingeniorum, quorum illi monumenta ſunt, uteremur : & quidem colloquio ita præmeditato, ut non niſi optimas & ſelectiſſimas quaſque ex ſuis cogitationibus nobis declarent ; Eloquentiam vires habere permagnas & ad ornatum vitæ multum conferre ; Poëſi nihil eſſe | amœnius aut dulcius ; multa in Mathematicis diſciplinis haberi acutiſſimè inuenta, quæque | cùm curioſos 5
oblectant, tum etiam in operibus quibuſlibet perficiendis, & artificum labore minuendo plurimum juvant ; multa in ſcriptis quæ de moribus tractant præcepta, multaſque ad virtutem cohortationes utiliſſimas contineri ; Theologiam cœlo potiundi rationem docere ; Philoſophiam veriſimiliter de omnibus diſſerendi copiam dare, & non parvam ſuî admirationem apud ſimpliciores excitare ; Juriſprudentiam, Medicinam, & ſcientiarum reliquas, honores & divitias in cultores ſuos congerere ; nec omnino ullam eſſe, etiam ex maximè

ſuperſtitioſis & falſis, cui aliquam operam dediſſe non ſit utile, ſaltem ut poſſimus quid valeant judicare, & non facilè ab ullâ fallamur.

Verùm jam ſatis temporis linguarum ſtudio, & lectioni librorum veterum, eorumque hiſtoriis & fabulis me impendiſſe arbitrabar. Idem enim fere eſt agere cum viris priſci ævi, quod apud exteras gentes peregrinari. Expedit aliquid noſſe de moribus aliorum populorum, ut incorruptiùs de noſtris judicemus; nec quidquid ab iis abludit ſtatim pro ridiculo atque inepto habeamus, ut ſolent ii qui nunquam ex natali ſolo diſceſſerunt. Sed qui nimis diu peregrinantur, tandem velut hoſpites & extranei in patriâ fiunt; quique nimis curioſe illa quæ olim apud veteres agebantur inveſtigant, ignari eorum quæ nunc apud nos aguntur eſſe ſolent. Præterea fabulæ plurimas res, quæ fieri minimè poſſunt, | tanquam ſi aliquando contigiſſent, repræſentant, invitantque nos hoc pacto vel ad ea ſuſcipienda quæ ſupra vires, vel ad ea ſperanda quæ ſupra ſortem noſtram ſunt. Atque ipſæ etiam hiſtoriæ, quantumvis veræ, ſi pretium rerum non augent nec immutant ut lectu digniores ha-
6 beantur, earum ſaltem viliores & mi|nùs illuſtres circumſtantias omittunt : unde fit ut ea quæ narrant nunquam omnino qualia ſunt exhibeant, & qui ſuam vivendi rationem ad illarum exempla componere nimium ſtudent, proni ſint in deliria antiquorum Heroum, & tantùm hyperbolica facta meditentur.

Eloquentiam valde æſtimabam, & non parvo Poëſeos amore incendebar : ſed utramque inter naturæ dona potiùs quàm inter diſciplinas numerabam. Qui ratione plurimum valent, quique ea quæ cogitant quàm facillimo ordine diſponunt, ut clarè & diſtinctè intelligantur, aptiſſimè ſemper ad perſuadendum dicere poſſunt, etiamſi barbarâ tantùm Gothorum linguâ uterentur, nec ullam unquam Rhetoricam didiciſſent. Et qui ad ingenioſiſſima figmenta excogitanda, eaque cum maximo ornatu & ſuavitate exprimenda ſunt nati, optimi Poëtæ dicendi eſſent, etſi omnia Poëticæ Artis præcepta ignorarent.

Mathematicis diſciplinis præcipuè delectabar, ob certitudinem atque evidentiam rationum quibus nituntur; ſed nondum præcipuum earum uſum agnoſcebam; & cùm ad artes tantùm Mechanicas utiles eſſe mihi viderentur, mirabar fundamentis adeo firmis & ſolidis nihil præſtantius fuiſſe ſuperſtructum. Ut è contra veterum Ethnicorum moralia ſcripta palatiis | ſuperbis admodum & magnificis, ſed arenæ tantùm aut cœno inædificatis, comparabam. Virtutes ſummis laudibus in cœlum tollunt, eaſque cæteris omnibus rebus

longè anteponendas eſſe rectè contendunt; ſed non ſatis explicant quidnam pro virtute ſit habendum, & ſæpe quod tam illuſtri nomine dignantur, immanitas potiùs & durities, vel ſuperbia, vel deſperatio, vel parricidium dici debet.

| Theologiam noſtram reverebar, nec minùs quàm quivis alius 7
beatitudinis æternæ compos fieri exoptabam. Sed cùm pro certo atque explorato accepiſſem, iter quod ad illam ducit doctis non magis patere quàm indoctis, veritateſque à Deo revelatas humani ingenii captum excedere, verebar ne in temeritatis crimen inciderem, ſi illas imbecillæ rationis meæ examini ſubjicerem. Et quicunque iis recognoſcendis atque interpretandis vacare audent, peculiari ad hoc Dei gratiâ indigere ac ſupra vulgarium hominum ſortem poſiti eſſe debere mihi videbantur.

De Philoſophiâ nihil dicam, niſi quòd, cùm ſcirem illam à præſtantiſſimis omnium ſæculorum ingeniis fuiſſe excultam, & nihil tamen adhuc in eâ reperiri, de quo non in utramque partem diſputetur, hoc eſt, quod non ſit dubium & incertum, non tantum ingenio meo confidebam, ut aliquid in eâ melius à me quàm à cæteris inveniri poſſe ſperarem. Et cùm attenderem quot diverſæ de eadem re opiniones ſæpe ſint, quarum ſingulæ à viris doctis defenduntur, & ex quibus tamen nunquam plus unâ vera eſſe poteſt, quidquid ut probabile tantùm affertur propemodum pro falſo habendum eſſe exiſtimabam.

Quod ad cæteras ſcientias, quoniam à Philoſophiâ principia ſua mutuantur, | nihil illas valde ſolidum & firmum tam inſtabilibus fundamentis ſuperſtruere potuiſſe arbitrabar. Nec gloria nec lucrum quod promittunt ſatis apud me valebant, ut ad illarum cultum impellerent. Nam lucrum quod attinet, non in eo me ſtatu eſſe putabam, ut à fortunâ cogerer liberales diſciplinas in illiberalem uſum convertere. Gloriam verò etſi non planè ut Cynicus aſpernari me profiterer,
illam tamen non magni faciebam, quæ | non niſi falſo nomine, 8
hoc eſt ob ſcientiarum non verarum cognitionem, acquiri poſſe videbatur. Ac denique jam ſatis ex omnibus, etiam maximè vanis & falſis, deguſtaſſe me judicabam, ut facilè caverem ne me unquam vel Alchymiſtæ promiſſa, vel Aſtrologi prædictiones, vel Magi impoſturæ, vel cujuſlibet alterius ex iis qui videri volunt ea ſe ſcire quæ ignorant, inanis jactantia fallere poſſet.

Quapropter, ubi primùm mihi licuit per ætatem e præceptorum cuſtodiâ exire, literarum ſtudia prorſus reliqui. Captoque conſilio nullam in poſterum quærendi ſcientiam, niſi quam vel in me ipſo, vel in vaſto mundi volumine poſſem reperire, inſequentes aliquot

annos variis peregrinationibus impendi. Atque interea temporis, exercitus, urbes aulaſque exterorum Principum inviſendo, cum hominibus diverſorum morum & ordinis converſando, varia hinc inde experimenta colligendo, & me ipſum in diverſis fortunæ caſibus probando, ſic ad omnia quæ in vita occurrebant attendebam, ut nihil ex quo eruditior fieri poſſem mihi viderer omittere. Quippe multo plus veritatis inveniri arbitrabar, in iis ratiocinationibus quibus ſinguli homines ad ſua negotia utuntur, & quorum malo ſucceſſu | paulo poſt puniri ſolent, quum non recte judicarunt, quàm in iis quas doctor aliquis, otioſus in Muſæo ſedens, excogitavit circa entia rationis, aut ſimilia quæ ad uſum vitæ nihil juvant ; & ex quibus nihil aliud expectat, niſi fortè quòd tanto plus inanis gloriæ ſit habiturus, quò illæ à veritate ac ſenſu communi erunt remotiores; quia nempe tanto plus ingenii atque induſtriæ ad eas veriſimiles reddendas debuerit impendere. Ac ſemper ſcientiam
9 verum à falſo dignoſcendi ſummo ſtudio quærebam, ut re|ctum iter vitæ clariùs viderem, & majori cum ſecuritate perſequerer.

Fateor tamen me vix quidquam certi didiciſſe, quamdiu ſic tantùm aliorum hominum mores conſideravi ; tot enim in iis propemodum diverſitates animadvertebam, quot antea in opinionibus Philoſophorum. Atque hunc tantùm fere fructum ex iis percipiebam, quòd cùm notarem multa eſſe, quæ licèt moribus noſtris planè inſolentia & ridicula videantur, communi tamen aſſenſu apud quaſdam alias gentes comprobantur, diſcebam nihil nimis obſtinatè eſſe credendum quod ſolum exemplum vel conſuetudo perſuaſerit. Et ita ſenſim multis me erroribus liberabam, mentemque veris rationibus agnoſcendis aptiorem reddebam. Sed poſtquam ſic aliquandiu quidnam in mundo ab aliis ageretur inſpexiſſem, & nonnulla inde experimenta collegiſſem, ſemel etiam mihi propoſui ſeriò me ipſum examinare, & omni ingenii vi quidnam à me optimum fieri poſſet inquirere. Quod fœlicius, | ut opinor, mihi ſucceſſit, quàm ſi priùs nec à patriâ, nec à ſcholaſticis ſtudiis unquam receſſiſſem.

II.
Præcipuæ illius Methodi, quam inveſtigavit Author, regulæ.

Eram tunc in Germaniâ, quò me curioſitas videndi ejus belli, quod nondum hodie finitum eſt, invitarat; & quum ab inauguratione Imperatoris verſus caſtra reverterer, hyemandum fortè mihi fuit in quodam loco, ubi quia nullos habebam cum quibus libenter colloquerer, & proſpero quodam fato omnibus curis liber eram, totos dies ſolus in hypocauſto morabar, ibique variis meditationibus placidiſſimè vacabam. Et inter cætera, primum fere quod mihi venit in mentem, fuit, ut notarem illa opera quibus diverſi artifi-
10 ces, inter ſe non conſentientes, manum adhi|buêre, raró tam per-

ſecta eſſe quàm illa quæ ab uno abſoluta ſunt. Ita videmus ædificia quæ ab eodem Architecto incepta & ad ſummum uſque perducta fuêre, ut plurimùm elegantiora eſſe & concinniora, quàm illa quæ diverſi, diverſis temporibus novos parietes veteribus adjungendo, conſtruxerunt. Ita antiquæ illæ civitates, quæ, cùm initio ignobiles tantùm pagi fuiſſent, in magnas paulatim urbes creverunt, ſi conferantur cum novis illis, quas totas ſimul metator aliquis in planicie liberè deſignavit, admodum indigeſtæ atque inordinatæ reperiuntur. Et quamvis ſingula earum ædificia inſpicienti, ſæpe plus artis atque ornatûs in pleriſque appareat quàm in ullis aliarum; conſideranti tamen omnia ſimul, & quomodo magna parvis adjuncta plateas inæquales & curvas efficiant, | cæco potiùs & fortuito quodam caſu, quàm hominum ratione utentium voluntate, ſic diſpoſita eſſe videntur. Quibus ſi addimus, fuiſſe tamen ſemper Ædiles aliquos in iſtis urbibus quorum officium erat procurare ut privatorum ædes publico ornatui quantum fieri poſſet inſervirent; perſpicuè intelligemus quàm difficile ſit, alienis tantùm operibus manum admovendo, aliquid facere valde perfectum. Ita etiam putare licet illos populos, qui cùm olim valde barbari atque inculti fuiſſent, non niſi ſucceſſu temporis urbanitatem aſciverunt, nec ullas leges, niſi prout ab incommodis quæ ex criminibus & diſcordiis percipiebant, fuêre coacti, condiderunt, non tam bene inſtitutâ republicâ ſolere uti, quàm illos qui à primo initio quo ſimul congregati fuêre, prudentis alicujus legiſlatoris conſtitutiones obſervarunt. Sic certè non dubium eſt quin ſtatus veræ religionis, qui legibus à Deo ipſo ſancitis gubernatur, ſit om|nium optimè conſtitutus, & 11
cum nullo alio comparandus. Sed, ut de rebus quæ ad homines ſolos pertinent potiùs loquamur, ſi olim Lacedæmoniorum reſpublica fuit florentiſſima, non puto ex eo contigiſſe, quòd legibus uteretur quæ ſingillatim ſpectatæ meliores eſſent aliarum civitatum inſtitutis, nam contrà multæ ex iis ab uſu communi abhorrebant, atque etiam bonis moribus adverſabantur, ſed ex eo quòd ab uno tantùm legiſlatore conditæ ſibi omnes conſentiebant, atque in eundem ſcopum collimabant. Eodem modo mihi perſuaſi, ſcientias, quæ libris continentur, illas ſaltem quæ perſpicuis demonſtrationibus carentes, veriſimilibus tantùm argumentis fulciuntur, quia non niſi ex variis diverſorum hominum ſententiis ſimul collectis conflatæ ſunt, non tam propè ad veritatem accedere, quàm opiniones quas homo aliquis | ſolâ ratione naturali utens, & nullo præjudicio laborans, de rebus quibuſcunque obviis habere poteſt. Eodemque etiam modo cogitavi, quoniam infantes omnes ante

fuimus quàm viri, & diu vel cupiditatum vel præceptorum conſilia ſumus ſequuti, quæ ut plurimùm inter ſe pugnabant, & fortè neutra quod optimum erat ſemper ſuadebant, jam fieri vix poſſe ut judicia noſtra tam recta ſint & firma, quàm ſi ratio in nobis æquè matura atque nunc, ab ineunte ætate exſtitiſſet, eique ſoli nos regendos tradidiſſemus.

Verumtamen inſolens foret, omnia urbis alicujus ædificia diruere, ad hoc ſolùm ut iiſdem poſtea meliori ordine & formâ exſtructis, ejus plateæ pulchriores evaderent. At certè non inſolens eſt dominum unius domûs illam deſtrui curare, ut ejus loco meliorem ædificet : imo ſæpe multi hoc facere coguntur, nempe cùm ædes habent
12 ve|tuſtate iam fatiſcentes, vel quæ infirmis fundamentis ſuperſtructæ ruinam minantur. Eodemque modo mihi perſuaſi, non quidem rationi eſſe conſentaneum, ut privatus aliquis, de publicis rebus reformandis cogitando, eas priùs à fundamentis velit evertere ut poſtea meliùs inſtituat. Nec quidem ſcientias vulgatas, ordinemve eas docendi in ſcholis uſu receptum ſic debere immutari unquam putavi. Sed quod ad eas opiniones attinet, quas ego ipſe in eum uſque diem fueram amplexus, nihil melius facere me poſſe arbitrabar, quàm ſi omnes ſimul & ſemel è mente meâ delerem, ut deinde vel alias meliores, vel certè eaſdem, ſed poſtquam | maturæ rationis examen ſubiiſſent, admitterem : credebamque hoc pacto longè meliùs me ad vitam regendam poſſe informari, quàm ſi veteris ædificii fundamenta retinerem, iiſque tantùm principiis inniterer, quibus olim juvenilis ætas mea, nullo unquam adhibito examine an veritati congruerent, credulitatem ſuam addixerat. Quamvis enim in hoc varias difficultates agnoſcerem, remedia tamen illæ ſua habebant, & nullo modo erant comparandæ cum iis quæ in reformatione publicæ alicujus rei occurrunt. Magna corpora ſi ſemel proſtrata ſunt, vix magno molimine rurſus eriguntur, & concuſſa vix retinentur, atque omnis illorum lapſus eſt gravis. Deinde inter publicas res ſi quæ fortè imperfecta ſunt, ut vel ſola varietas quæ in iis apud varias gentes reperitur, non omnia perfecta eſſe ſatis oſtendit, longo illa uſu tolerabilia ſenſim redduntur, & multa ſæpe vel emendantur vel vitantur, quibus non tam facile eſſet humanâ prudentiâ ſubvenire; ac denique illa fere ſemper ab aſſuetis populis commodiùs ferri
13 poſſunt quàm illorum mutatio. Eodem | modo quo videmus regias vias quæ inter anfractus montium deflexæ & contortæ ſunt, diuturno tranſeuntium attritu tam planas & commodas reddi ſolere, ut longè melius ſit eas ſequi, quàm juga montium tranſcendendo & per præcipitia ruendo rectius iter tentare.

Et idcirco leves iſtos atque inquietos homines maximè odi, qui cùm nec à genere nec à fortunâ vocati ſint ad publicarum rerum adminiſtrationem, ſemper tamen in iis novi aliquid reformare meditantur. | Et ſi vel minimum quid in hoc ſcripto eſſe putarem, unde quis me tali genere ſtultitiæ laborare poſſet ſuſpicari, nullo modo pati vellem ut vulgaretur. Nunquam ulteriùs mea cogitatio provecta eſt, quàm ut proprias opiniones emendare conarer, atque in fundo qui totus meus eſt ædificarem. Et quamvis, quia meum opus mihi ipſi ſatis placet, ejus exemplar hîc vobis proponam, non ideo cuiquam author eſſe velim, ut ſimile quid aggrediatur. Poterunt fortaſſe alii, quibus Deus præſtantiora ingenia largitus eſt, majora perficere; ſed vereor ne hoc ipſum quod ſuſcepi tam arduum & difficile ſit, ut valde paucis expediat imitari. Nam vel hoc unum, ut opiniones omnes quibus olim fuimus imbuti deponamus, non unicuique eſt tentandum. Et maxima pars hominum ſub duobus generibus continetur, quorum neutri poteſt convenire. Nempe permulti ſunt, qui cùm plus æquo propriis ingeniis confidant, nimis celeriter ſolent judicare, nunquamque ſatis temporis ſibi ſumunt ad rationes omnes circumſpiciendas, & idcirco ſi ſemel auſint opiniones omnes vulgo receptas in dubium revocare, & velut à tritâ viâ recedere, non facilè illi ſemitæ quæ rectiùs ducit ſemper inſiſtent, ſed vagi potiùs & incerti in reliquam vi|tam aberrabunt. Alii verò fere omnes cùm 14
ſatis judicii vel modeſtiæ habeant ad exiſtimandum nonnullos eſſe in mundo qui ipſos ſapientiâ antecedant & à quibus poſſint doceri, debent potiùs ab illis opiniones quas ſequuturi ſunt accipere, quàm alias proprio ingenio inveſtigare.

|Quod ad me, procul dubio in horum numero fuiſſem, ſi unum tantùm præceptorem habuiſſem, & nunquam diverſas illas opiniones cognoviſſem, quæ ab omni memoriâ doctiſſimos quoſque colliſerunt. Sed dudum in ſcholis audiveram, nihil tam abſurdè dici poſſe quod non dicatur ab aliquo Philoſophorum ; notaveramque inter peregrinandum non omnes eos, qui opinionibus à noſtro ſenſu valde remotis ſunt imbuti, barbaros idcirco & ſtolidos eſſe putandos; ſed pleroſque ex iis vel æquè benè, vel etiam meliùs quàm nos ratione uti ; conſideraveram praeterea quantum idem homo cum eâdem ſuâ mente, ſi à primis annis inter Gallos aut Germanos vivat, diverſus evadat ab eo qui foret, ſi ſemper inter Sinas aut Americanos educaretur ; & quantum etiam in multis rebus non magni momenti, ut circa veſtium quibus induimur formam, illud idem quod nobis maximè placuit ante decem annos, & fortè poſt decem annos rurſus placebit, nunc ridiculum atque ineptum videa-

tur; adeo ut exemplo potiùs & conſuetudine quàm ullâ certâ cogni-
tione ducamur. Ac denique advertebam circa ea quorum veritas
non valde facilè inveſtigatur, nulli rei eſſe minus credendum quàm
multitudini ſuffragiorum; longè enim veriſimilius eſt unum ali-
quem illa invenire potuiſſe, quàm multos. Et quia neminem inter
cæteros eligere poteram, cujus opiniones dignæ viderentur, quas
15 potiſſimum am|plecterer, aliiſque omnibus anteferrem, fui quo-
dammodo coactus, proprio tantùm conſilio uti ad vitam meam
inſtituendam.

Sed ad exemplum eorum qui noctu & in tenebris iter faciunt,
tam lento & | ſuſpenſo gradu incedere decrevi, ac tam diligenter ad
omnia circumſpicere, ut ſi non multum promoverem, ſaltem me à
lapſu tutum ſervarem. Nec ſtatim conari volui me iis opinionibus,
quas olim nullâ ſuadente ratione admiſeram, liberare; ſed ut ve-
terem domum inhabitantes, non eam ante diruunt, quàm novæ
in ejus locum extruendæ exemplar fuerint præmeditati; ſic priùs
quâ ratione certi aliquid poſſem inuenire cogitavi, & ſatis multum
temporis impendi in quærendâ verâ Methodo, quæ me duceret
ad cognitionem eorum omnium quorum ingenium meum eſſet
capax.

Studueram antea in ſcholis, inter Philoſophiæ partes, Logicæ, &
inter Mathematicas diſciplinas, Analyſi Geometricæ atque Algebræ,
tribus artibus ſive ſcientiis quæ nonnihil ad meum inſtitutum facere
poſſe videbantur. Sed illas diligentiùs examinando, animadverti,
quantum ad Logicam, ſyllogiſmorum formas aliaque fere omnia ejus
præcepta, non tam prodeſſe ad ea quæ ignoramus inveſtiganda, quàm
ad ea, quæ jam ſcimus, aliis exponenda; vel etiam, ut ars Lullii,
ad copioſè & ſine judicio de iis quæ neſcimus garriendum. Et quam-
vis multa quidem habeat veriſſima & optima, tam multis tamen aliis,
vel ſupervacuis vel etiam interdum noxiis, adjuncta eſſe, ut illa
dignoſcere & ſeparare non minùs ſæpe difficile ſit, quàm Dianam ali-
quam aut Minervam ex rudi marmore excitare. Quantum autem ad
16 veterum Analyſin atque ad Alge|bram recentiorum, illas tantùm ad
ſpeculationes quaſdam, quæ nullius uſûs eſſe videbantur, ſe exten-
dere; ac præterea Analyſin circa figurarum conſiderationem tam
aſſiduè verſari, ut, dum ingenium acuit & exercet, | imaginandi
facultatem defatiget & lædat; Algebram verò, ut ſolet doceri, certis
regulis & numerandi formulis ita eſſe contentam, ut videatur
potiùs ars quædam confuſa, cujus uſu ingenium quodammodo tur-
batur & obſcuratur, quàm ſcientia quâ excolatur & perſpicacius
reddatur. Quapropter exiſtimavi quærendam mihi eſſe quandam

aliam Methodum, in quâ quicquid boni eſt in iſtis tribus, ita reperiretur, ut omnibus interim earum incommodis careret. Atque ut legum multitudo ſæpe vitiis excuſandis accommodatior eſt, quàm iiſdem prohibendis, adeo ut illorum populorum ſtatus ſit optimè conſtitutus, qui tantùm paucas habent, ſed quæ accuratiſſimè obſervantur ; ſic pro immenſâ iſtâ multitudine præceptorum, quibus Logica referta eſt, ſequentia quatuor mihi ſuffectura eſſe arbitratus ſum, modò firmiter & conſtanter ſtatuerem, ne ſemel quidem ab illis toto vitæ meæ tempore deflectere.

Primum erat, ut nihil unquam veluti verum admitterem, niſi quod certò & evidenter verum eſſe cognoſcerem ; hoc eſt, ut omnem præcipitantiam atque anticipationem in judicando diligentiſſimè vitarem ; nihilque amplius concluſione complecterer, quàm quod tam clarè & diſtinctè rationi meæ pateret, ut nullo modo in dubium poſſem revocare.

Alterum, ut difficultates quas eſſem examinaturus, in tot partes dividerem, quot expediret ad illas commodiùs reſolvendas.

| Tertium, ut cogitationes omnes quas veritati quærendæ impen- 17
derem, certo ſemper ordine promoverem : incipiendo ſcilicet à rebus ſimpliciſſimis & cognitu facillimis, ut paulatim & quaſi per gradus ad difficiliorum & magis compoſitarum cognitionem aſcenderem ; in aliquem etiam ordinem illas mente diſponendo, quæ ſe mutuò ex naturâ ſuâ non præcedunt.

Ac poſtremum, ut tum in quærendis mediis, tum in difficultatum partibus percurrendis, tam perfectè ſingula enumerarem & ad omnia circumſpicerem, ut nihil à me omitti eſſem certus.

Longæ illæ valde ſimplicium & facilium rationum catenæ, quarum ope Geometræ ad rerum difficillimarum demonſtrationes ducuntur, anſam mihi dederant exiſtimandi, ea omnia quæ in hominis cognitionem cadunt eodem pacto ſe mutuò ſequi ; & dummodo nihil in illis falſum pro vero admittamus, ſemperque ordinem quo una ex aliis deduci poſſunt obſervemus, nulla eſſe tam remota ad quæ tandem non perveniamus, nec tam occulta quæ non detegamus. Nec mihi difficile fuit agnoſcere à quarum inveſtigatione deberem incipere. Jam enim ſciebam res ſimpliciſſimas & cognitu facillimas, primas omnium eſſe examinandas ; & cùm viderem ex omnibus qui hactenus in ſcientiis veritatem quæſiverunt, ſolos Mathematicos demonſtrationes aliquas, hoc eſt certas & evidentes rationes, invenire potuiſſe, ſatis intelligebam illos circa rem omnium facillimam fuiſſe verſatos ; mihique idcirco illam eandem primam eſſe examinandam, etiamſi non aliam inde utilitatem expectarem,

quàm quòd paulatim aſſuefacerem ingenium meum veritati agno-
18 ſcendæ, fal|ſiſque rationibus non aſſentiri. Neque verò idcirco ſtatim omnes iſtas particulares ſcientias, quæ vulgò Mathematicæ appellantur, addiſcere conatus ſum; ſed | quia advertebam, illas, etiamſi circa diverſa objecta verſarentur, in hoc tamen omnes convenire, quòd nihil aliud quàm relationes ſive proportiones quaſdam, quæ in iis reperiuntur, examinent; has proportiones ſolas mihi eſſe conſiderandas putavi, & quidem maximè generaliter ſumptas, in iiſque tantùm objectis ſpectatas, quorum ope facilior earum cognitio redderetur; & quibus eas non ita alligarem, quin facilè etiam ad alia omnia quibus convenirent, poſſem transferre. Ac deinde quia animadverti ad ea quæ circa iſtas proportiones quæruntur agnoſcenda, interdum ſingulas ſeparatim eſſe conſiderandas, & interdum multas ſimul comprehendendas & memoriâ retinendas; exiſtimavi optimum fore ſi tantùm illas in lineis rectis ſupponerem, quoties ſingillatim eſſent conſiderandæ; quia nempe nihil ſimplicius, nec quod diſtinctius tum phantaſiæ tum ſenſibus ipſis poſſet exhiberi, occurrebat; atque ſi eaſdem characteribus ſive notis quibuſdam quàm breviſſimis fieri poſſet deſignarem, quoties tantùm eſſent retinendæ, plureſque ſimul complectendæ. Hoc enim pacto, quicquid habent boni Analyſis Geometrica & Algebra, mihi videbar aſſumere, & unius defectum alterius ope emendando, quicquid habent incommodi vitare.

Ac revera dicere auſim, pauca illa præcepta, quæ ſelegeram, accuratè obſervando, tantam me facilitatem acquiſiviſſe ad difficultates omnes, circa quas illæ duæ ſcientiæ verſantur, extricandas, ut intra duos aut tres menſes quos illi ſtudio impendi, non modò multas
19 quæſtiones invene|rim quas antè difficillimas judicaram, ſed etiam tandem eò pervenerim, ut circa illas ipſas quas ignorabam, putarem me poſſe determinare, quibus viis & quouſque ab humano ingenio ſolvi poſſent. Quippe cùm à ſimpliciſſimis & maximè generalibus incepiſſem, ordinemque deinceps obſervarem, ſingulæ veritates quas inveniebam, regulæ erant, quibus | poſtea utebar ad alias difficiliores inveſtigandas. Et ne me fortè quis putet incredibilia hîc jactare, notandum eſt cujuſque rei unicam eſſe veritatem, quam quiſquis clarè percipit, de illâ tantumdem ſcit quantum ullus alius ſcire poteſt. Ita poſtquam puer, qui primas tantùm Arithmeticæ regulas in ludo didicit, illas in numeris aliquot ſimul colligendis rectè obſervavit, poteſt abſque temeritate affirmare, ſe circa rem per additionem iſtam quæſitam, id omne inveniſſe quod ab humano ingenio poterat inveniri. Methodus autem illa quæ verum

ordinem ſequi & enumerationes accuratas facere docet, Arithme-
ticæ certitudine non cedit.

Atque hæc mihi Methodus in eo præcipuè placebat, quòd per
illam viderer eſſe certus in omnibus me uti ratione, ſi non perfectè,
ſaltem quàm optimè ipſe poſſem; ſentiremque ejus uſu paulatim
ingenii mei tenebras diſſipari, & illud veritati diſtinctiùs & clariùs
percipiendæ aſſuefieri. Cùmque illam nulli ſpeciali materiæ alli-
gaſſem, ſperabam me non minus feliciter eâ eſſe uſurum in aliarum
ſcientiarum difficultatibus reſolvendis, quàm in Geometricis vel
Algebraicis. Quanquam non idcirco ſtatim omnes quæ occurrebant
examinandas ſuſcepi : nam in hoc ipſo, ab ordine quem illa præ-
ſcribit deſciviſſem; ſed quia videbam illarum cognitionem a prin-
cipiis quibuſdam quæ || ex | Philoſophiâ peti deberent dependere, in 20
Philoſophiâ autem nulla hactenus ſatis certa principia fuiſſe inventa;
non dubitavi quin de iis quærendis mihi ante omnia eſſet cogitan-
dum. Ac praeterea quia videbam illorum diſquiſitionem quàm
maximi eſſe momenti, nullamque aliam eſſe in quâ præcipitantia &
anticipatio opinionum diligentiùs eſſent cavendæ, non exiſtimavi
me priùs illam aggredi debere, quàm ad maturiorem ætatem per-
veniſſem, tunc enim viginti tres annos tantùm natus eram ; nec
priuſquam multum temporis in præparando ad id ingenio impen-
diſſem; tum erroneas opiniones quas ante admiſerat evellendo, tum
varia experimenta ratiocinationibus meis materiam præbitura col-
ligendo, tum etiam magis & magis eam Methodum quam mihi
præſcripſeram excolendo, ut in eâ confirmatior evaderem.

III.
Quædam Moralis ſcientiæ regulæ, ex hac Methodo depromptæ.

Ac denique ut illi qui novam domum, in locum ejus quam inha-
bitant, volunt exſtruere, non modò veterem priùs evertunt, lapides,
ligna, cæmentum, aliaque ædificanti utilia ſibi comparant, Archi-
tectum conſulunt, vel ipſimet ſe in Architecturâ exercent & exem-
plar domûs faciendæ accuratè deſcribunt, ſed etiam aliam aliquam
ſibi parant, quam interim, dum illa ædificabitur, poſſint non in-
commodè habitare : ſic ne dubius & anxius hærerem circa ea, quæ
mihi erant agenda, quamdiu ratio ſuaderet incertum eſſe circa ea
de quibus debebam judicare: atque ut ab illo tempore vivere inci-
perem quàm feliciſſimè fieri poſſet, Ethicam quandam ad tempus
mihi effinxi, quæ tribus tantùm aut quatuor regulis continebatur;
quas hîc non pigebit adſcribere.

Prima erat, ut legibus atque inſtitutis | patriæ obtempe || rarem, 21
firmiterque illam religionem retinerem quam optimam judicabam,
& in quâ Dei beneficio fueram ab ineunte ætate inſtitutus; atque
me in cæteris omnibus gubernarem juxta opiniones quammaximè

V, 4 : tecti I. — 5 cauſſæ I.

Caput VI. *De nive, pluviâ & grandine.*

VI, 8 : habeat I. — 9 : — læ glaciei... hexagona *omis.* M.

CAPUT VII. *De tempeſtatibus, fulmine & ignibus aliis in aëre accenſis.*

VI, 21 : prænuntiet M. — VII, 2 : prænuntient M. — 6 : prænuntiet M.

Caput VIII. *De Iride.*

VII, 16 : extingui M. — VIII, 2 : cauſſa I.

CAPUT IX. *De nubium colore & de halonibus ſeu coronis, quæ circa ſidera interdum apparent.*

VIII, 11 : paullò I (*de même* IX, 1). — IX, 1 : albæ, interdum *omis*. M.

Caput X. *De Parheliis.*

IX, 7 : cauſſa I. — X, 2 : & in aliâ... appareant *omis.* M. — 5 cauſſâ I. — 6 quarundam M. — ib. : 1624] *Sic pro* 1629.

X, 10 : cauſſæ I.

R. DES CARTES LECTORI SUO S. D.

Hæc ſpecimina, Gallicè à me ſcripta & ante ſeptem annos vulgata, paullò pòſt ab amico in linguam latinam verſa fuere, ac verſio mihi tradita, ut quicquid in eâ minùs placeret, pro meo jure mutarem. Quod variis in locis feci : ſed forſan etiam alia multa prætermiſi ; hæcque ab illis ex eo dignoſcentur, quòd ubique fere fidus interpres verbum verbo reddere conatus ſit, ego verò ſententias ipſas ſæpè mutârim, & non ejus verba, ſed meum ſenſum, emendare ubique ſtuduerim. Vale !

DISSERTATIO

DE METHODO

RECTE UTENDI RATIONE

ET VERITATEM IN SCIENTIIS INVESTIGANDI[a]

I.
Variæ circa ſcientias conſiderationes.

Nulla res æquabiliùs inter homines eſt diſtributa quàm bona mens : eâ enim unuſquiſque ita abundare ſe putat, ut | nequidem illi qui maximè inexplebiles cupiditates habent, & quibus in nullâ unquam aliâ re natura ſatisfecit, meliorem mentem quàm poſſideant optare conſueverint. Quâ in re pariter omnes falli non videtur eſſe credendum ; ſed potiùs vim incorruptè judicandi & verum à falſo diſtinguendi (quam propriè bonam mentem ſeu rectam rationem appellamus) naturâ æqualem omnibus nobis innatam eſſe. Atque ita noſtrarum opinionum diverſitatem, non ex eo manare quòd ſimus aliis alii majore rationis vi donati, ſed tantùm ex eo quòd cogitationem non per eaſdem vias ducamus, neque ad eaſdem res attendamus. Quippe ingenio pollere haud ſufficit, ſed eodem rectè uti palmarium eſt. Excelſiores animæ, ut majorum virtutum, ita & vitiorum capaces ſunt ; et plus promovent qui rectam perpetuo viam inſiſtentes, lentiſſimo tantùm gradu incedunt, quàm qui ſæpe aberrantes celeriùs gradiuntur. 1

Ego ſanè nunquam exiſtimavi plus eſſe in me ingenii quàm in quolibet è vulgo : quinimo etiam non raro vel cogitandi celeritate,
vel diſtinctè imaginandi facilitate, vel | memoriæ capacitate atque 2
uſu, quoſdam alios æquare exoptavi. Nec ullas ab his alias dotes eſſe novi quibus ingenium præſtantius reddatur. Nam rationem quod attinet, quia per illam ſolam homines ſumus, æqualem in omnibus eſſe facilè credo : neque hîc diſcedere libet à communi ſententiâ

a. Les numéros de pages, indiqués dans l'Index qui précède, sont ceux de l'édition des *Specimina* de 1644, et sont reproduits ci-après dans les marges ; les traits verticaux de séparation, sans numéro en regard dans la marge, indiquent les commencements des pages du texte français dans le présent volume ; les numéros de ces pages se trouvent inscrits sur la ligne du titre courant.

moderatas, atque ab omni extremitate remotas, quæ communi uſu receptæ eſſent apud prudentiſſimos eorum cum quibus mihi eſſet vivendum. Cùm enim jam inde inciperem iis omnibus quibus ante addictus fueram diffidere, utpote quas de integro examinare deliberabam, certus eram nihil melius facere me poſſe, quàm ſi interea temporis prudentiorum actiones imitarer. Et quamvis fortè nonnulli ſint apud Perſas aut Sinas non minus prudentes quàm apud nos, utilius tamen judicabam illos ſequi cum quibus mihi erat vivendum. Atque ut rectè intelligerem, quidnam illi revera optimum eſſe ſentirent, ad ea potiùs quæ agebant, quàm ad ea quæ loquebantur attendebam : non modò quia hominum mores eouſque corrupti ſunt, ut perpauci quid ſentiant dicere velint, ſed etiam quia permulti ſæpe ipſimet ignorant : eſt enim alia actio mentis per quam aliquid bonum vel malum eſſe judicamus, & alia per quam nos ita judicaſſe agnoſcimus; atque una ſæpiſſime abſque alterâ reperitur. Ex pluribus autem ſententiis æqualiter uſu receptis moderatiſſimas ſemper eligebam, tum quia ad executionem facillimæ, atque ut plurimum optimæ ſunt; omne quippe nimium vitioſum eſſe ſolet; tum etiam, ut ſi fortè aberrarem, minùs ſaltem à rectâ viâ deflecterem mediam tenendo, quàm ſi unam ex extremis elegiſſem cùm altera fuiſſet ſequenda. Et quidem | inter extremas vias, ſive (ut ita loquar) inter nimietates, reponebam promiſſiones
22 omnes quibus nobiſmet ipſis liberta|tem mutandæ poſtea voluntatis adimimus. Non quòd improbarem leges quæ humanæ fragilitati atque inconſtantiæ ſubvenientes, quoties bonum aliquod propoſitum habemus, permittunt ut nos ad ſemper in eodem perſeverandum voto aſtringamus; vel etiam quæ ob fidem commerciorum quæcunque aliis promiſimus, modò ne bonis moribus adverſentur, cogunt nos præſtare. Sed quia videbam nihil eſſe in mundo quod ſemper in eodem ſtatu permaneret, quantumque ad me, vitam ſic inſtituebam ut judicia mea in dies meliora, nunquam autem deteriora fore ſperarem; graviter me in bonam mentem peccare putaſſem, ſi ex eo quòd tunc res quaſdam ut bonas amplectebar, obligaſſem me ad eaſdem etiam poſtea amplectendas, cùm forſan bonæ eſſe deſiiſſent, vel ipſe non ampliùs bonas judicarem.

Altera regula erat, ut quàm maximè conſtans & tenax propoſiti ſemper eſſem, nec minus indubitanter atque incunctanter in iis peragendis perſeverarem, quæ ob rationes valde dubias vel fortè nullas ſuſceperam, quàm in iis de quibus planè eram certus. Ut in hoc viatorum conſilium imitarer, qui ſi fortè in mediâ aliquâ ſylvâ aberrarint, nec ullum iter ab aliis tritum, nec etiam verſus quam par-

tem eundum ſit agnoſcant, non ideo vagi et incerti modò verſus
unam, modò verſus alteram tendere debent, & multo minùs uno
in loco conſiſtere, ſed ſemper rectâ quantùm poſſunt verſus unam
& eandem partem progredi, nec ab eâ poſtea propter leves rationes
deflectere, quamvis fortè initio planè nullas habuerint, propter
quas illam potiùs quàm aliam quamlibet eligerent : hoc enim pacto,
quamvis fortè ad ipſum locum ad quem ire | deſtinaverant, non ac- 23
cedent, | ad aliquem tamen tandem devenient, in quo commodiùs
quàm in mediâ ſylvâ potuerunt ſubſiſtere. Eodem modo, quia multa
in vitâ agenda ſunt quæ differre planè non licet, certiſſimum eſt,
quoties circa illa quid revera ſit optimum agnoſcere non poſſumus,
illud debere nos ſequi quod optimum videtur ; vel certè ſi quædam
talia ſint, ut nulla nos vel minima ratio ad unum potiùs quàm con-
trarium faciendum impellat, alterutrum tamen debemus eligere, &
poſtquam unam ſemel ſententiam ſic ſumus amplexi, non ampliùs
illam ut dubiam, in quantum ad praxim refertur, ſed ut planè ve-
ram & certam, debemus ſpectare ; quia nempe ratio propter quam
illam elegimus vera & certa eſt. Atque hoc ſufficiens fuit ad me
liberandum omnibus iſtis anxietatibus & conſcientiæ morſibus, qui-
bus infirmiores animæ torqueri ſolent, quia multa ſæpe uno tem-
pore ut bona amplectuntur, quæ poſtmodum vacillante judicio mala
eſſe ſibi perſuadent.

Tertia regula erat, ut ſemper me ipſum potiùs quàm Fortunam
vincere ſtuderem, & cupiditates proprias quàm ordinem mundi mu-
tare ; atque in univerſum ut mihi firmiter perſuaderem nihil extra
proprias cogitationes abſolutè eſſe in noſtrâ poteſtate : adeo ut quid-
quid non evenit, poſtquam omne quod in nobis erat egimus ut eve-
niret, inter ea quæ fieri planè non poſſunt, & Philoſophico vocabulo
impoſſibilia appellantur, ſit à nobis numerandum. Quod ſolum ſuf-
ficere mihi videbatur, ad impediendum ne quid in poſterum optarem
quod non adipiſcerer, atque ad me hoc pacto ſatis fœlicem redden-
dum. Nam cùm ea ſit voluntatis noſtræ natura, ut | erga nullam
rem unquam | feratur, niſi quam illi noſter intellectus ut aliquo modo 24
poſſibilem repræſentat ; ſi bona omnia quæ extra nos poſita ſunt tan-
quam æqualiter nobis impoſſibilia conſideremus, non magis dole-
bimus quòd ea fortè nobis deſint, quæ natalibus noſtris deberi viden-
tur, quàm quòd Sinarum vel Mexicanorum reges non ſimus. Et
rerum neceſſitati voluntatem noſtram accuratiſſimè accommodantes,
ut jam non triſtamur quòd noſtra corpora non ſint tam parum cor-
ruptioni obnoxia quàm eſt adamas, vel quòd alis ad volandum inſtar
avium non ſimus inſtructi ; ita neque ſanitatis deſiderio torquebi-

mur, si ægrotemus; nec libertatis, ſi carcere detineamur. Sed fateor longiſſimâ exercitatione & meditatione ſæpiſſime iteratâ opus eſſe, ut animum noſtrum ad res omnes ita ſpectandas aſſuefacere poſſimus. Atque in hoc uno mihi perſuadeo poſitam fuiſſe omnem artem illorum Philoſophorum, qui olim fortunæ imperio ſe eximebant, & inter ipſos corporis cruciatus ac paupertatis incommoda de fœlicitate cum ſuis Diis contendebant. Nam cùm aſſiduè terminos poteſtatis ſibi à Naturâ conceſſæ contemplarentur, tam planè ſibi perſuadebant nullam rem extra ſe poſitam, ſive nihil præter ſuas cogitationes ad ſe pertinere, ut nihil etiam amplius optarent; & tam abſolutum in eas imperium iſtius meditationis uſu acquirebant, hoc eſt, cupiditatibus aliiſque animi motibus regendis ita ſe aſſuefaciebant, ut non ſine aliquâ ratione ſe ſolos divites, ſolos potentes, ſolos liberos, & ſolos fœlices eſſe jactarent; quia nempe nemo hac Philoſophiâ deſtitutus, tam faventem | ſemper Naturam atque Fortunam habere poteſt, ut votorum omnium quemadmodum illi compos fiat.

| Ut autem hanc Ethicam meam concluderem, diverſas occupationes quibus in hac vitâ homines vacant, aliquandiu expendi, atque ex iis optimam eligere conatus ſum. Sed non opus eſt ut quid de aliis mihi viſum ſit hîc referam; dicam tantùm nihil me inveniſſe, quod pro me ipſo melius videretur, quàm ſi in eodem inſtituto in quo tunc eram perſeverarem; hoc eſt, quàm ſi totum vitæ tempus in ratione meâ excolendâ, atque in veritate juxta Methodum quam mihi præſcripſeram inveſtigandâ conſumerem. Tales quippe fructus hujus Methodi jam deguſtaram, ut nec ſuaviores ullos nec magis innocuos in hac vitâ decerpi poſſe arbitrarer; cùmque illius ope quotidiè aliquid detegerem, quod & vulgo ignotum & alicujus momenti eſſe exiſtimabam, tantâ delectatione animus meus implebatur, ut nullis aliis rebus affici poſſet. Ac præterea tres regulæ mox expoſitæ ſatis rectæ mihi viſæ non fuiſſent, niſi in veritate per hanc Methodum inveſtigandâ perſeverare decreviſſem. Nam cùm Deus unicuique noſtrûm aliquod rationis lumen largitus ſit ad verum à falſo diſtinguendum, non putaſſem me, vel per unam diem, totum alienis opinionibus regendum tradere debere, niſi ſtatuiſſem eaſdem proprio ingenio examinare, ſtatim atque me ad hoc rectè faciendum ſatis paraſſem. Nec, quamdiu illas ſequebar, abſque errandi metu fuiſſem, niſi ſperaſſem me nullam interim occaſionem, meliores ſi quæ | eſſent inveniendi, prætermiſſurum. Nec denique cupiditatibus imperare, ac rebus quæ in poteſtate meâ ſunt contentus eſſe potuiſſem, niſi viam illam fuiſſem ſequutus, per quam confidebam me ad omnem rerum cognitionem perventurum cujus eſſem capax,

ſimulque ad omnium verorum bonorum | poſſeſſionem ad quam mihi 26
liceret aſpirare. Quippe cùm voluntas noſtra non determinetur ad aliquid vel perſequendum vel fugiendum, niſi quatenus ei ab intellectu exhibetur tanquam bonum vel malum; ſufficiet, ſi ſemper rectè judicemus, ut rectè faciamus, atque ſi quàm optimè poſſumus judicemus, ut etiam quàm optimè poſſumus faciamus; hoc eſt, ut nobis virtutes omnes ſimulque alia omnia bona, quæ ad nos poſſunt pervenire, comparemus; quiſquis autem ſe illa ſibi comparaſſe confidit, non poteſt non eſſe ſuis contentus ac beatus.

Poſtquam verò me his regulis inſtruxiſſem, illaſque ſimul cum rebus fidei, quæ ſemper apud me potiſſimæ fuerunt, reſervaſſem, quantùm ad reliqua quibus olim fueram imbutus, non dubitavi quin mihi liceret omnia ex animo meo delere. Quod quia mihi videbar commodiùs præſtare poſſe inter homines converſando, quàm in illâ ſolitudine in quâ eram, diutius commorando, vixdum hyems erat exacta cùm me rurſus ad peregrinandum accinxi; nec per inſequentes novem annos aliud egi, quàm ut hac illac orbem terrarum perambulando, ſpectatorem potiùs quàm actorem comœdiarum, quæ in eo quotidie exhibentur, me præberem. Cùmque præcipuè circa res ſingulas obſervarem quidnam poſſet in dubium revocari, & quidnam nobis occaſionem malè judicandi præberet, omnes paulatim opiniones erroneas quibus mens mea obſeſſa erat avellebam. | Nec tamen in eo Scepticos imitabar, qui dubitant tantùm ut dubitent, & præter incertitudinem ipſam nihil quærunt. Nam contrà totus in eo eram ut aliquid certi reperirem; & quemadmodum fieri ſolet, cùm in arenoſo ſolo ædificatur, tam altè fodere cupiebam ut tandem ad
ſa|xum vel ad argillam pervenirem. Atque hoc ſatis fœliciter mihi 27
ſuccedere videbatur : nam cùm ad falſitatem vel incertitudinem propoſitionum quas examinabam detegendam, non vagis tantùm & debilibus conjecturis, ſed firmis & evidentibus argumentis uti conarer, nulla tam dubia occurrebat quin ex eâ ſemper aliquid certi colligerem; nempe vel hoc ipſum, nihil in eâ eſſe certi. Et ſicut veterem domum diruentes multam ex eâ materiam ſervant, novæ extruendæ idoneam; ita malè fundatas opiniones meas dejiciendo, varias res obſervabam, & multa experimenta colligebam, quæ poſtea certioribus ſtabiliendis uſui mihi fuêre. Ac præterea pergebam ſemper in eâ quam mihi præſcripſeram Methodo exercendâ; nec tantummodo generaliter omnes meas cogitationes juxta ejus præcepta regere ſtudebam, ſed etiam nonnullas interdum horas mihi aſſumebam, quibus illâ expreſſiùs in quæſtionibus Mathematicis reſolvendis utebar; vel etiam in quæſtionibus ad alias quidem ſcientias pertinentibus,

ſed quas ab earum non ſatis firmis fundamentis ſic abducebam, ut propemodum Mathematicæ dici poſſent : quod ſatis apparebit me feciſſe in multis quæ in hoc volumine continentur. Ita non aliter in ſpeciem | me gerendo, quàm illi qui vitæ ſuaviter & innoxiè traducendæ ſtudentes, omnique alio munere ſoluti, voluptates à vitiis ſecernunt, & nullâ honeſtâ delectatione ſibi interdicunt, ut otium ſine tædio ferre poſſint; propoſitum interim meum ſemper urgebam, magiſque ut exiſtimo in veritatis cognitione promovebam, quàm ſi in libris evolvendis, vel litteratorum ſermonibus audiendis omne tempus conſumpſiſſem.

28 | Verum tamen iſti novem anni effluxerunt, antequam de ullâ ex iis quæſtionibus quæ apud eruditos in controverſiam adduci ſolent, determinatè judicare, atque aliqua in Philoſophiâ principia vulgaribus certiora quærere auſus fuiſſem. Tantam enim in hoc difficultatem eſſe, docebant exempla permultorum ſummi ingenii virorum, qui ſine ſucceſſu hactenus idem ſuſcepiſſe videbantur, ut fortaſſe diutius adhuc fuiſſem cunctatus, niſi audiviſſem à quibuſdam jam vulgò credi, me hoc ipſum quod nondum aggreſſus fueram, perfeciſſe. Neſcio quidnam illis dediſſet occaſionem iſtud ſibi perſuadendi ; nec certè ullam ex meis ſermonibus capere potuerant, niſi fortè quia videbant me liberiùs ignorantiam meam profiteri, quàm ſoleant alii ex iis qui docti haberi volunt; vel etiam quia interdum rationes exponebam, propter quas de multis dubitabam, quæ ab aliis ut certa admittuntur ; non autem quòd me unquam audiviſſent de ullâ circa res Philoſophicas ſcientiâ gloriantem. Sed cùm talis animus in me eſſet, ut pro alio quàm revera eram haberi nollem, putavi mihi viribus omnibus eſſe contendendum, ut eâ laude dignus evaderem | quæ jam mihi à multis tribuebatur. Quâ re impulſus ante octo annos, ut omnibus me avocationibus quæ inter notos & familiares degentibus occurrunt liberarem, ſeceſſi in haſce regiones, in quibus diuturni belli neceſſitas invexit militarem diſciplinam tam bonam, ut magni in eâ exercitus non ob aliam cauſam ali videantur, quàm ut omnibus pacis commodis ſecuriùs incolæ frui poſſint ; & ubi in magnâ negotioſorum[a] hominum turbâ, magis ad res proprias attendentium quàm in alienis curioſorum, nec earum rerum uſu carui quæ in florentiſſimis
29 & populoſiſſimis ur|bibus tantùm habentur, nec interim minùs ſolus vixi & quietus, quàm ſi fuiſſem in locis maximè deſertis & incultis.

Non libenter hîc refero primas cogitationes, quibus animum applicui poſtquam huc veni ; tam Metaphyſicæ enim ſunt & à com- IV. *Rationes quibus.*

a. negotiorum *Elz*.

exſiſtentia Dei et animæ humanæ probatur, quæ ſunt Metaphyſicæ fundamenta.

muni uſu remotæ, ut verear ne multis non ſint placituræ; ſed ut poſſit intelligi an ſatis firma ſint philoſophiæ meæ fundamenta, videor aliquo modo coactus de illis loqui. Dudum obſervaveram permultas eſſe opiniones, quas, etſi valde dubiæ ſint & incertæ, non minus conſtanter & intrepidè ſequi debemus, quatenus ad uſum vitæ referuntur, quàm ſi certæ eſſent & exploratæ, ut jam antè dictum eſt. Sed quia tunc veritati quærendæ, non autem rebus agendis, totum me tradere volebam, putavi mihi planè contrarium eſſe faciendum, & illa omnia in quibus vel minimam dubitandi rationem poſſem reperire, tanquam apertè falſa eſſe rejicienda; ut experirer an, illis ita rejectis, nihil præterea ſupereſſet de quo dubitare planè non poſſem. Sic | quia nonnunquam ſenſus noſtri nos fallunt, quidquid unquam ab illis hauſeram inter falſa numeravi. Et quia videram aliquando nonnullos etiam circa res Geometriæ facillimas errare, ac paralogiſmos admittere, ſciebamque idem mihi poſſe accidere quod cuiquam alii poteſt, illas etiam rationes omnes, quas antea pro demonſtrationibus habueram, tanquam falſas rejeci. Et denique quia notabam, nullam rem unquam nobis veram videri dum vigilamus, quin eadem etiam dormientibus poſſit occurrere, cùm tamen tunc ſemper aut fere ſemper ſit falſa; ſuppoſui nulla eorum quæ unquam vigilans cogitavi, veriora eſſe quàm ſint ludibria ſomniorum. Sed ſtatim | poſtea animadverti, me, quia cætera omnia ut falſa ſic rejiciebam, dubitare planè non poſſe quin ego ipſe interim eſſem; & quia videbam veritatem hujus pronuntiati : Ego cogito, ergo ſum, ſive exiſto, adeo certam eſſe atque evidentem, ut nulla tam enormis dubitandi cauſa à Scepticis fingi poſſit, à quâ illa non eximatur, credidi me tutò illam poſſe, ut primum ejus, quam quærebam, Philoſophiæ fundamentum admittere.

Deinde attentè examinans quis eſſem, & videns fingere quidem me poſſe corpus meum nihil eſſe, itemque nullum planè eſſe mundum, nec etiam locum in quo eſſem; ſed non ideo ullâ ratione fingere poſſe me non eſſe; quinimo ex hoc ipſo quòd reliqua falſa eſſe fingerem, ſive quidlibet aliud cogitarem, manifeſtè ſequi me eſſe : & contrà, ſi vel per momentum temporis | cogitare deſinerem, quamvis interim & meum corpus, & mundus, & cætera omnia quæ unquam imaginatus ſum revera exiſterent, nullam ideo eſſe rationem cur credam me durante illo tempore debere exiſtere; inde intellexi me eſſe rem quandam ſive ſubſtantiam, cujus tota natura ſive eſſentia in eo tantùm conſiſtit ut cogitem, quæque ut exſiſtat, nec loco ullo indiget, nec ab ullâ re materiali ſive corporeâ dependet. Adeo ut Ego, hoc eſt, mens per quam ſolam ſum is qui ſum,

ſit res à corpore planè diſtincta, atque etiam cognitu facilior quàm corpus, & quæ planè eadem, quæ nunc eſt, eſſe poſſet, quamvis illud non exſiſteret.

Poſt hæc inquiſivi, quidnam in genere requiratur ut aliqua enuntiatio tanquam vera & certa cognoſcatur : cùm enim jam unam inveniſſem, quam talem eſſe cognoſcebam, putavi me poſſe etiam
31 inde percipere in quâ | re iſta certitudo conſiſtat. Et quia notabam, nihil planè contineri in his verbis ego, cogito, ergo ſum, quod me certum redderet eorum veritatis, niſi quod manifeſtiſſimè viderem fieri non poſſe ut quis cogitet niſi exſiſtat, credidi me pro regulâ generali ſumere poſſe, omne id quod valde dilucidè & diſtinctè concipiebam verum eſſe ; & tantummodo difficultatem eſſe nonnullam, ad rectè advertendum quidnam ſit quod diſtinctè percipimus.

Quâ re poſitâ, obſervavi me de multis dubitare, ac proinde naturam meam non eſſe omnino perfectam ; evidentiſſimè enim intelligebam dubitationem non eſſe argumentum tantæ perfectionis quàm cognitionem. Et cùm ulteriùs inquirerem à quonam haberem ut de naturâ perfectiore quàm mea ſit cogitarem, clariſſimè etiam intellexi me hoc habere non poſſe, niſi | ab eo cujus natura eſſet revera perfectior. Quantùm attinet ad cogitationes, quæ de variis aliis rebus extra me poſitis occurrebant, ut de cœlo, de terrâ, de lumine, de calore, aliiſque rebus innumeris, non eâdem ratione quærendum eſſe putabam, à quonam illas haberem; cùm enim nihil in illis reperirem quod ſupra me poſitum eſſe videretur, facilè poteram credere, illas, ſi quidem veræ eſſent, ab ipſâmet naturâ meâ, quatenus aliquid perfectionis in ſe habet, dependere; ſi verò falſæ, ex nihilo procedere; hoc eſt, non aliam ob cauſam in me eſſe quàm quia deerat aliquid naturæ meæ, nec erat planè perfecta. Sed non idem judicare poteram de cogitatione, ſive Ideâ naturæ quæ perfectior erat quàm mea. Nam fieri planè non poterat ut illam à nihilo accepiſſem. Et quia non magis poteſt id quod perfectius eſt,
32 à minùs perfecto procedere, quàm ex nihilo | aliquid fieri, non poteram etiam à me ipſo illam habere. Ac proinde ſupererat ut in me poſita eſſet à re, cujus natura eſſet perfectior, imo etiam quæ omnes in ſe contineret perfectiones, quarum Ideam aliquam in me haberem ; hoc eſt, ut verbo abſolvam, quæ Deus eſſet. Addebam etiam, quandoquidem agnoſcebam aliquas perfectiones quarum expers eram, neceſſarium eſſe ut exiſteret præter me aliquod aliud ens, (liceat hîc, ſi placet, uti vocibus in ſcholâ tritis) ens, inquam, me perfectius, à quo penderem, & à quo quidquid in me erat accepiſſem. Nam ſi ſolus & ab omni alio independens fuiſſem, adeo ut | totum

Nota hoc in loco et ubique in ſequentibus, nomen Ideæ generaliter ſumi pro omni re cogitatâ, quatenus habet tantùm eſſe quoddam objectivum in intellectu.

id, quantulumcunque ſit, perfectionis cujus particeps eram, à me ipſo habuiſſem, reliqua etiam omnia quæ mihi deeſſe ſentiebam, per me acquirere potuiſſem, atque ita ipſemet eſſe infinitus, æternus, immutabilis, omniſcius, omnipotens, ac denique omnes perfectiones poſſidere quas in Deo eſſe intelligebam.

Etenim ut Naturam Dei (ejus nempe quem rationes modò allatæ probant exiſtere), quantum à me naturaliter agnoſci poteſt, agnoſcerem, non aliud agendum mihi erat quàm ut conſiderarem circa res omnes, quarum Ideas aliquas apud me inveniebem, eſſetne perfectio, illas poſſidere ; certuſque eram nullas ex iis quæ imperfectionem aliquam denotabant, in illo eſſe, ac nullas ex reliquis illi deeſſe. Sic videbam nec dubitationem, nec inconſtantiam, nec triſtitiam, nec ſimilia in Deum cadere : nam egomet ipſe illis libenter caruiſſem. Præterea multarum rerum ſenſibilium & corporearum Ideas habebam ; quamvis enim me fingerem ſomniare, & quidquid vel videbam vel imaginabar, falſum eſſe, negare tamen non poteram Ideas illas in | mente meâ revera exſiſtere. Sed quia jam in me 33
ipſo perſpicuè cognoveram naturam intelligentem à corporeâ eſſe diſtinctam, in omni autem compoſitione unam partem ab alterâ, totumque à partibus pendere advertebam, atque illud quod ab aliquo pendet perfectum non eſſe ; idcirco judicabam in Deo perfectionem eſſe non poſſe, quòd ex iſtis duabus naturis eſſet compoſitus, ac proinde ex illis compoſitum non eſſe. Sed ſi quæ res corporeæ in mundo eſſent, vel ſi aliquæ res intelligentes, aut cujuſlibet alterius naturæ, quæ non eſſent omnino | perfectæ, illarum exſiſtentiam à Dei potentiâ neceſſariò ita pendere, ut ne per minimum quidem temporis momentum abſque eo eſſe poſſent.

Cùm deinde ad alias veritates quærendas me accingerem, conſideraremque in primis illam rem circa quam Geometria verſatur, quam nempe concipiebam ut corpus continuum, ſive ut ſpatium indefinitè longum, latum, & profundum, diviſibile in partes tum magnitudine, tum figurâ omnimodè diverſas, & quæ moveri ſive tranſponi poſſint omnibus modis (hæc enim omnia Geometræ in eo quod examinant eſſe ſupponunt), aliquas ex ſimpliciſſimis eorum demonſtrationibus in memoriam mihi revocavi. Et primò quidem notavi magnam illam certitudinem quæ iis omnium conſenſu tribuitur, ex eo tantùm procedere quòd valde clarè & diſtinctè intelligantur, juxta regulam paulò ante traditam. Deinde etiam notavi nihil planè in iis eſſe, quod nos certos reddat illam rem circa quam verſantur exſiſtere : nam quamvis ſatis viderem, ſi, exempli cauſâ, ſupponamus dari aliquod triangulum, ejus tres angulos neceſſariò

34 fore æquales duobus rectis ; nihil | tamen videbam quod me certum redderet, aliquod triangulum in mundo eſſe. At contrà cùm reverterer ad Ideam entis perfecti quæ in me erat, ſtatim intellexi exſiſtentiam in eâ contineri, eâdem ratione quâ in Ideâ trianguli æqualitas trium ejus angulorum cum duobus rectis continetur, vel ut in Ideâ circuli, æqualis à centro diſtantia omnium ejus circumferentiæ partium, vel etiam adhuc evidentiùs; ac proinde ad minimum æquè certum eſſe Deum, qui eſt illud ens perfectum, exſiſtere, quàm ulla Geometrica demonſtratio eſſe poteſt.

|Sed tota ratio propter quam multi ſibi perſuadent, tum Dei exiſtentiam, tum animæ humanæ naturam, eſſe res cognitu valde difficiles, ex eo eſt quòd nunquam animum à ſenſibus abducant, & ſupra res corporeas attollant; ſintque tam aſſueti nihil unquam conſiderare quod non imaginentur, hoc eſt, cujus aliquam imaginem tanquam rei corporeæ in phantaſiâ ſuâ non fingant, ut illud omne de quo nulla talis imago fingi poteſt, intelligi etiam non poſſe illis videatur. Atque hoc ex eo ſatis patet, quòd vulgò Philoſophi in ſcholis pro axiomate poſuerint, nihil eſſe in intellectu quod non priùs fuerit in ſenſu : in quo tamen certiſſimum eſt Ideas Dei & animæ rationalis nunquam fuiſſe; mihique idem facere illi videntur qui ſuâ imaginandi facultate ad illas uti volunt, ac ſi ad ſonos audiendos vel odores percipiendos, oculis ſuis uti conarentur; niſi quòd in eo etiam differentia ſit, quòd ſenſus oculorum in nobis non minùs certus ſit quàm odoratus vel auditus ; cùm è contrà, nec imaginandi facultas, nec ſentiendi, ullius unquam rei nos certos reddere poſſit, niſi intellectu ſive ratione cooperante.

35 | Quòd ſi denique adhuc aliqui ſint quibus rationes jam dictæ nondum ſatis perſuaſerint Deum eſſe, ipſorumque animas abſque corpore ſpectatas eſſe res revera exiſtentes, velim ſciant alia omnia pronunciata, de quibus nullo modo ſolent dubitare, ut quòd ipſimet habeant corpora, quòd in mundo ſint ſidera, terra, & ſimilia, multo magis eſſe incerta. Quamvis enim iſtorum omnium ſit certitudo, ut loquuntur Philoſophi, moralis, quæ tanta eſt, ut | nemo niſi deliret de iis dubitare poſſe videatur; nemo tamen etiam, niſi ſit rationis expers, poteſt negare, quoties de certitudine Metaphyſicâ quæſtio eſt, quin ſatis ſit cauſæ ad dubitandum de illis, quòd advertamus fieri poſſe ut, inter dormiendum, eodem planè modo credamus nos alia habere corpora, & alia ſidera videre, & aliam terram, &c., quæ tamen omnia falſa ſint. Unde enim ſcitur eas cogitationes quæ occurrunt dormientibus potiùs falſas eſſe quàm illas quas habemus vigilantes, cùm ſæpe non minùs vividæ atque expreſſæ videantur?

Inquirant præſtantiſſima quæque ingenia quantum libet, non puto
illos rationem aliquam poſſe invenire, quæ huic dubitandi cauſæ
tollendæ ſufficiat, niſi exſiſtentiam Dei ſupponant. Etenim hoc ipſum
quod paulò ante pro regulà aſſumpſi, nempe illa omnia quæ clarè
& diſtinctè concipimus vera eſſe, non aliam ob cauſam ſunt certa,
quàm quia Deus exſiſtit, eſtque Deus ens ſummum & perfectum,
adeo ut quidquid entis in nobis eſt, ab eo neceſſariò procedat. Unde
ſequitur Ideas noſtras ſive notiones, cùm in omni eo in quo ſunt
claræ & diſtinctæ, entia quædam ſint, atque à Deo procedant, non
poſſe in eo non eſſe veras. Ac proinde quòd multas ſæpe habeamus,
in quibus aliquid falſitatis continetur, non | aliunde contingit quàm 36
quia etiam in iiſdem aliquid eſt obſcurum & confuſum; atque in
hoc non ab ente ſummo ſed à nihilo procedunt; hoc eſt, obſcuræ
ſunt & confuſæ, quia nobis aliquid deeſt, ſive quia non omnino per-
fecti ſumus. Manifeſtum autem eſt non magis fieri poſſe, ut falſitas
ſive imper|fectio à Deo ſit, quatenus imperfectio eſt, quàm ut veritas
ſive perfectio à nihilo. Sed ſi neſciremus quicquid entis & veri in
nobis eſt, totum illud ab ente ſummo & infinito procedere, quantum-
vis claræ & diſtinctæ eſſent Ideæ noſtræ, nulla nos ratio certos red-
deret illas idcirco eſſe veras.

At poſtquam Dei & mentis noſtræ cognitio nobis hanc regulam
planè probavit, facilè intelligimus ob errores ſomniorum, cogita-
tiones quas vigilantes habemus, in dubium vocari non debere. Nam
ſi quis etiam dormiendo ideam aliquam valde diſtinctam haberet, ut
exempli cauſâ, ſi quis Geometra novam aliquam demonſtrationem
inveniret, ejus profecto ſomnus non impediret quominùs illa vera
eſſet. Quantum autem ad errorem ſomniis noſtris maximè familia-
rem, illum nempe qui in eo conſiſtit, quòd varia nobis objecta re-
præſentent eodem planè modo quo ipſa nobis à ſenſibus externis
inter vigilandum exhibentur, non in eo nobis oberit quòd occa-
ſionem det ejuſmodi ideis, quas à ſenſibus vel accipimus vel puta-
mus accipere, parum credendi; poſſunt enim illæ etiam dum vigi-
lamus non raro nos fallere, ut cùm ii qui morbo regio laborant
omnia colore flavo infecta cernunt, aut cùm nobis aſtra vel alia cor-
pora valde remota, multo minora quàm ſint apparent. Omnino
enim, ſive vigilemus ſive dormiamus, ſolam evidentiam rationis
judicia noſtra ſequi de|bent. Notandumque eſt hîc me loqui de evi- 37
dentiâ noſtræ rationis, non autem imaginationis, nec ſenſuum. Ita
exempli cauſâ, quamvis Solem clariſſimè videamus, | non ideo de-
bemus judicare illum eſſe ejus tantùm magnitudinis quam oculi
nobis exhibent; & quamvis diſtinctè imaginari poſſimus caput leo-

nis capræ corpori adjunctum, non inde concludendum eſt chimæram in mundo exiſtere. Ratio enim nobis non dictat ea quæ ſic vel videmus vel imaginamur, idcirco revera exiſtere. Sed planè nobis dictat, omnes noſtras Ideas ſive notiones aliquid in ſe veritatis continere; alioqui enim fieri non poſſet ut Deus qui ſummè perfectus & verax eſt, illas in nobis poſuiſſet. Et quia noſtræ ratiocinationes ſive judicia nunquam tam clara & diſtincta ſunt dum dormimus quàm dum vigilamus, etiamſi nonnunquam imaginationes noſtræ magis vividæ & expreſſæ ſint, ratio etiam nobis dictat, cùm omnes noſtræ cogitationes veræ eſſe non poſſint, quia non ſumus omnino perfecti, veriſſimas ex iis illas eſſe potiùs quas habemus vigilantes, quàm quæ dormientibus occurrunt.

V

Quæſtionum Phyſicarum ab Authore inveſtigatarum ordo; ac in ſpecie motus cordis, et quarundam aliarum ad Medicinam ſpectantium perplexarum opinionum enodatio; tum quæ ſit inter noſtram et brutorum animam differentia.

Libentiſſimè hìc pergerem, & totam catenam veritatum quas ex his primis deduxi exhiberem; ſed quoniam ad hanc rem opus nunc eſſet, ut de variis quæſtionibus agerem inter doctos controverſis, cum quibus contentionis funem trahere nolo, ſatius fore credo ut ab iis abſtineam, & ſolùm in genere quænam ſint dicam, quo ſapientiores judicare poſſint, utrum expediat rempublicam literariam de iis ſpecialiùs edoceri. | Perſtiti ſemper in propoſito nullum aliud principium ſupponendi, præter illud quo modò uſus ſum ad exſiſten-
38 tiam Dei & animæ demonſtran|dum, nullamque rem pro verâ accipiendi, niſi mihi clarior & certior videretur, quàm antea Geometrarum demonſtrationes fuerant viſæ. Nihilominus auſim dicere, me non ſolùm reperiſſe viam, quâ brevi tempore mihi ſatisfacerem, in omnibus præcipuis quæſtionibus quæ in Philoſophiâ tractari ſolent; ſed etiam quaſdam leges obſervaſſe, ita à Deo in naturâ conſtitutas, & quarum ejuſmodi in animis noſtris notiones impreſſit, ut poſtquam ad eas ſatis attendimus, dubitare nequeamus, quin in omnibus quæ ſunt aut fiunt in mundo accuratè obſerventur. Deinde legum iſtarum ſeriem perpendens, animadvertiſſe mihi videor multas majoriſque momenti veritates, quàm ſint ea omnia quæ antea didiceram, aut etiam diſcere poſſe ſperaveram.

Sed quia præcipuas earum peculiari tractatu explicare ſum conatus, quem ne in lucem edam, rationes aliquæ prohibent, non poſſum quænam illæ ſint commodiùs patefacere, quàm ſi tractatûs illius ſummam hìc paucis enarrem. Propoſitum mihi fuit in illo complecti omnia, quæ de rerum materialium naturâ ſcire putabam, antequam me ad eum ſcribendum accingerem. Sed quemadmodum pictores, cùm non poſſint omnes corporis ſolidi facies in tabulâ planâ æqualiter ſpectandas exhibere, unam è præcipuis deligunt, quam ſolam luci obvertunt, cæteras verò opacant, | & eatenus

tantùm videri ſinunt, quatenus præcipuam illam intuendo id fieri poteſt : ita veritus ne diſſertatione meâ omnia quæ animo volvebam comprehendere non poſſem, ſtatui ſolùm in eâ copioſè exponere quæ de lucis naturâ concipiebam ; deinde ejus occaſione aliquid de Sole & ſtellis fixis adjicere, quòd ab iis tota ferè | promanet ; item de 39
cœlis, quòd eam tranſmittant ; de Planetis, de Cometis & de Terrâ, quòd eam reflectant ; & in ſpecie de omnibus corporibus quæ in terrâ occurrunt, quòd ſint aut colorata, aut pellucida, aut luminoſa ; tandemque de homine, quòd eorum ſit ſpectator. Quinetiam ut aliquas his omnibus umbras injicerem, & liberiùs, quid de iis ſentirem, dicere poſſem, nec tamen receptas inter doctos opiniones aut ſequi aut refutare tenerer, totum hunc Mundum diſputationibus ipſorum relinquere decrevi, & tantùm de iis quæ in Novo contingerent tractare, ſi Deus nunc alicubi in ſpatiis imaginariis ſufficientem ad eum componendum materiæ copiam crearet, varièque & ſine ordine diverſas hujus materiæ partes agitaret, ita ut ex eâ æquè confuſum Chaos atque Poëtæ fingere valeant componeret ; deinde nihil aliud ageret quàm ordinarium ſuum concurſum naturæ commodare, ipſamque ſecundùm leges à ſe conſtitutas agere ſineret. Ita primùm hanc materiam deſcripſi, & eo modò eam depingere conatus ſum, ut nihil, meâ quidem ſententiâ, clarius aut intelligibilius ſit in mundo, exceptis iis quæ modò de Deo & de Animâ dicta ſunt. Nam etiam expreſſè ſuppoſui, | nullas in eâ ejuſmodi formas aut qualitates eſſe, quales ſunt eæ de quibus in Scholis diſputatur, nec quidquam in genere cujus cognitio non adeo mentibus noſtris ſit naturalis, ut nullus ipſam à ſe ignorari fingere poſſit. Præterea quænam eſſent naturæ leges oſtendi ; nulloque alio aſſumpto principio quo rationes meas ſtabilirem, præter infinitam Dei perfectionem, illas omnes demonſtrare ſtudui, de quibus dubitatio aliqua oboriri poſſet, probareque eas tales eſſe, ut etiam ſi Deus plures | mundos creaſſet, nullus tamen eſſe poſſet in quo non 40
accuratè obſervarentur. Poſtea oſtendi quomodo maxima pars materiæ iſtius Chaos, ſecundùm has leges, ita ſe diſpoſitura & collocatura eſſet, ut noſtris Cœlis ſimilis evaderet ; quomodo interea aliquæ illius partes Terram compoſituræ eſſent, quædam Planetas & Cometas, & quædam aliæ Solem & ſtellas fixas. Et hoc loco in tractationem de Luce digreſſus, prolixè expoſui quænam ea eſſe deberet quæ Solem & ſtellas componeret, & quomodo inde temporis momento immenſa cœlorum ſpatia trajiceret, & à Planetis Cometiſque ad terram reflecteret. Ibidem etiam multa de ſubſtantiâ, ſitu, motibus, & omnibus diverſis iſtorum cœlorum aſtro-

rumque qualitatibus inſerui; adeo ut me ſatis multa dicere putarem ad oſtendendum nihil in hujus Mundi Cœlis aſtriſque obſervari, quod non deberet aut ſaltem non poſſet ſimiliter in mundo | quem deſcribebam apparere. Inde ad tractandum de Terrâ progreſſus ſum, oſtendique quomodo, etiamſi, prout expreſſè ſuppoſueram, Deus nullam gravitatem materiæ è quâ compoſita erat indidiſſet, attamen omnes ejus partes accuratè ad centrum tenderent; item quomodo cùm ipſius ſuperficies aquis & aëre operiretur, Cœlorum & Aſtrorum, ſed præcipuè Lunæ diſpoſitio, in eâ fluxum & refluxum efficere deberet, omnibus ſuis circumſtantiis illi qui in maribus noſtris obſervatur ſimilem; nec non quendam aquarum & aëris ab ortu ad occaſum motum, qualis inter Tropicos animadvertitur; quomodo montes, maria, fontes & fluvii in eâ naturaliter produci poſſent, & metalla in fodinis enaſci, plantæque in agris creſcere; &
41 in genere omnia corpora, quæ vulgò mixta aut compoſita vo|cant, in eâ generari. Et inter cætera, quia nihil aliud in mundo poſt Aſtra, præter Ignem eſſe agnoſco quod lumen producat, ſtudui omnia quæ ad ignis naturam pertinent perſpicuè declarare, quomodo fiat, quomodo alatur, & cur in eo aliquando ſolus calor ſine lumine, aliquando verò ſolum lumen ſine calore deprehendatur; quomodo varios colores in diverſa corpora inducere poſſit, diverſaſque alias qualitates; quomodo quædam liquefaciat, quædam verò induret; quomodoque omnia propemodum conſumere, aut in cineres & fumum convertere poſſit; & denique quomodo ex his cineribus ſolâ actionis ſuæ vi vitrum efficere. Cùm enim iſta cinerum in vitrum tranſmutatio | nòn minùs ſit admiranda quàm quævis alia quæ in naturâ contingat, volui me aliquantùm in ejus particulari deſcriptione oblectare.

Nolebam tamen ex his omnibus inferre Mundum hunc eo quo proponebam modo fuiſſe creatum. Multo enim veriſimilius eſt Deum ipſum ab initio talem qualis futurus erat feciſſe. Verumtamen certum eſt & vulgò inter Theologos receptum, eandem eſſe actionem quâ ipſum nunc conſervat, cum eâ quâ olim creavit : ita ut etiamſi nullam ei aliam quàm Chaos formam ab initio dediſſet, dummodo poſt naturæ leges conſtitutas, ipſi concurſum ſuum ad agendum ut ſolet commodaret, ſine ullâ in creationis miraculum injuriâ credi poſſit, eo ſolo res omnes purè materiales, cum tempore quales nunc eſſe videmus effici potuiſſe. Natura autem ipſarum multo faciliùs capi poteſt, cùm ita paulatim orientes conſpiciuntur, quàm cùm tantùm ut abſolutæ & perfectæ conſiderantur.

42 A deſcriptione corporum inanimatorum & plantarum | tranſivi

ad animalia, & ſpeciatim ad hominem. Sed quia nondum tantam iſtorum adeptus eram cognitionem, ut de iis eâdem quâ de cæteris methodo tractare poſſem, hoc eſt, demonſtrando effectus per cauſas, & oſtendendo ex quibus ſeminibus, quove modo natura ea producere debeat, contentus fui ſupponere, Deum formare corpus hominis uni è noſtris omnino ſimile, | tam in externâ membrorum figurâ, quàm in internâ organorum conformatione, ex eâdem cum illâ quam deſcripſeram materiâ, nullamque ei ab initio indere animam rationalem, nec quidquam aliud quod loco animæ vegetantis aut ſentientis eſſet; ſed tantùm in ipſius corde aliquem ſine lumine ignem, qualem antea deſcripſeram, excitare; quem non putabam diverſum eſſe ab eo qui fœnum congeſtum antequam ſiccum ſit calefacit; aut qui vina recentia ab acinis nondum ſeparata fervere facit. Nam functiones quæ conſequenter in hoc humano corpore eſſe poterant expendens, inveniebam perfectè omnes quæ nobis non cogitantibus ineſſe poſſunt; ac proinde abſque cooperatione animæ, hoc eſt, illius noſtri partis à corpore diſtinctæ, cujus antè dictum eſt, naturam in cogitatione tantùm ſitam eſſe; eaſdemque in quibus poteſt dici animalia ratione deſtituta nobiſcum convenire; ita tamen ut nullam earum animadverterem, quæ cùm à mente pendeant, ſolæ noſtræ ſunt quatenus homines ſumus; quas nihilominus ibi poſtea reperiebam, cùm Deum animam rationalem creaſſe, eamque iſti corpori certo quodam quem deſcribebam modo conjunxiſſe, ſuppoſuiſſem.

Sed ut cognoſci poſſit quâ ratione illic materiam iſtam tractarem, volo hîc apponere explicationem motûs cor|dis & arteriarum; qui 43
cùm primus & generaliſſimus ſit qui in animalibus obſervatur, ex eo facilè judicabitur quid | de reliquis omnibus ſit ſentiendum. Et ut minor in iis quæ dicturus ſum percipiendis occurrat difficultas, author ſum iis qui in Anatomiâ non ſunt verſati, ut antequam ſe ad hæc legenda accingant, cor magni alicujus animalis pulmones habentis, coram ſe diſſecari curent (in omnibus enim ſatis eſt humano ſimile), ſibique duos qui inibi ſunt ventriculos ſive cavitates oſtendi. Primò illam quæ in latere dextro eſt, cui duo valde ampli canales reſpondent : videlicet vena cava, quæ præcipuum eſt ſanguinis receptaculum, & veluti truncus arboris, cujus omnes aliæ corporis venæ ſunt rami; & vena arterioſa, malè ita appellata, cùm revera ſit arteria, quæ originem à corde habens, poſtquam inde exiit in multos ramos dividitur, qui deinde per pulmones diſperguntur. Secundò illam quæ eſt in latere ſiniſtro, cui eodem modo duo canales reſpondent, æquè ampli atque præcedentes, ſi non

magis : ſcilicet arteria venoſa, malè etiam ita nominata, cùm nihil aliud ſit quàm vena, quæ à pulmonibus oritur, ubi in multos ramos dividitur, cum venæ arterioſæ & aſperæ arteriæ, per quam aër quem ſpiramus ingreditur, ramis permixtos; & magna arteria, quæ è corde exiens ramos ſuos per totum corpus diſpergit. Vellem etiam ipſis diligenter oſtendi undecim pelliculas, quæ veluti totidem valvulæ aperiunt & claudunt quatuor oſtia ſeu orificia quæ ſunt in iſtis duobus cavis. Nimirum | tres in ingreſſu venæ cavæ, ubi ita ſunt collocatæ ut nullo modo impedire poſſint quominùs ſanguis, quem continent, in dextrum cordis ventriculum fluat, licèt ne inde exeat
44 accuratè prohibeant. Tres in ingreſſu venæ arterioſæ, quæ, | contrario modo diſpoſitæ, ſinunt quidem ſanguinem in illâ cavitate contentum ad pulmones tranſire, ſed non eum qui in pulmonibus eſt eò reverti. Et ſic duas alias in orificio arteriæ venoſæ, quæ permittunt ut ſanguis è pulmonibus in ſiniſtrum cordis ventriculum fluat, ſed reditum ejus arcent. Et tres in ingreſſu magnæ arteriæ, quæ ſinunt ipſum è corde exire, ſed ne illuc redeat impediunt. Nec opus eſt aliam quærere cauſam numeri iſtarum pelliculurum, niſi quòd cùm arteriæ venoſæ orificium ſit figuræ ovalis ratione loci in quo eſt, duabus commodè claudi poſſit; cùm alia, quæ rotunda ſunt, meliùs tribus obſtrui queant. Præterea cuperem ut oſtenderetur ipſis magnam arteriam & venam arterioſam, conſtitutionis eſſe multo durioris & firmioris quàm arteria venoſa & vena cava, & iſtas duas poſtremas dilatari priuſquam cor ingrediantur, ibique duo veluti marſupia efficere, quæ vulgò cordis auriculæ vocantur, & ſunt ex ſimili cum ipſo carne compoſitæ ; multoque ſemper plus caloris eſſe in corde quàm in ullâ aliâ corporis parte ; denique iſtum calorem poſſe efficere, ut ſi guttula aliqua ſanguinis in ipſius cavitates ingrediatur, ſtatim intumeſcat & | dilatetur ; ſicut omnibus in univerſum liquoribus contingit, cùm guttatim in aliquod valde calidum vas ſtillant.

Poſt hæc enim non opus eſt ut quidquam aliud dicam ad motum cordis explicandum, niſi quòd cùm ipſius cavitates non ſunt ſanguine plenæ, illuc neceſſariò defluat, è venâ quidem cavâ in dextram, & ex arteriâ venoſâ in ſiniſtram ; quia hæc duo vaſa ſanguine ſemper plena ſunt, & ipſorum orificia quæ cor ſpectant tunc obturata eſſe non poſſunt. Sed ſimul atque duæ ſanguinis guttæ ita illuc
45 ſunt | ingreſſæ, nimirum in unamquamque cavitatem una, cùm neceſſariò ſint valde magnæ, eo quòd oſtia per quæ ingrediuntur ampla ſint, & vaſa unde procedunt plena ſanguine, ſtatim eæ rareſiunt & dilatantur, propter calorem quem illic inveniunt. Quâ ratione ſit ut

totum cor intumefcere faciant, fimulque pellant & claudant quinque valvulas, quæ funt in ingreffu vaforum unde manant, impediantque ne major fanguinis copia in cor defcendat; et cùm magis magifque rarefiant, fimul impellant & aperiant fex reliquas valvulas, quæ funt in orificiis duorum aliorum vaforum, per quas exeunt, hac ratione efficientes, ut omnes venæ arteriofæ & magnæ arteriæ rami eodem penè cum corde momento intumefcant; quod ftatim poftea, ficut etiam iftæ arteriæ, detumefcit, quia fanguis qui eò ingreffus eft refrigeratur, & ipfarum fex valvulæ clauduntur, & quinque venæ cavæ & arteriæ venofæ aperiuntur, tranfitumque præbent | duabus aliis guttis fanguinis, quæ iterum faciunt ut cor & arteriæ intumefcant, ficut præcedentes. Et quia fanguis qui ita in cor ingreditur, per iftas duas ipfius auriculas tranfit, inde fit ut ipfarum motus, cordis motui contrārius fit, & cùm intumefcit detumefcant.

Cæterùm ne ii qui vim demonftrationum Mathematicarum ignorant, & in diftinguendis veris rationibus à verifimilibus non funt exercitàti, audeant iftud fine prævio examine negare; monitos eos volo motum hunc quem modò explicavi, adeo neceffariò fequi ex folâ organorum difpofitione, quam fuis in corde oculis intueri poffunt, & ex calore qui digitis percipitur, naturâque fanguinis quæ experientiâ cognofcitur, atque horologii motus, ex vi, fitu & figurâ ponderum & rotarum quibus conftat.

| Sed fi quæratur quâ ratione fiat ut fanguis venarum ita continuò in cor defluens non exhauriatur, & arteriæ nimis plenæ non fint, cùm omnis fanguis qui per cor tranfit in eas ingrediatur; non opus eft ut aliud refpondeam præter id quod jam à quodam Medico Anglo fcriptum eft; cui laus hæc tribuenda eft quòd primam in iftâ materiâ glaciem fregerit, primufque docuerit multas effe exiguas vias in arteriarum extremitatibus, per quas fanguis quem à corde accipiunt in ramulos venarum ingreditur; unde iterum ad cor redit; adeo ut motus ipfius nihil aliud fit quàm perpetua quædam |circulatio. Id quod optimè probat ex ordinariâ experientiâ Chirurgorum, qui brachio mediocri cum adftrictione ligato fupra locum ubi venam aperiunt, efficiunt ut fanguis inde copiofiùs exfiliat, quàm fi non ligaffent. Planè autem contrarium eveniret, fi brachium infrà ligarent, inter manum videlicet & aperturam, aut fi illud fuprà valde arctè adftringerent. Manifeftum enim eft, vinculum mediocriter adftrictum, poffe quidem impedire ne fanguis qui jam in brachio eft, ad cor per venas redeat; non autem ne novus femper ex arteriis affluat; eo quòd infra venas fint collocatæ, & durior

46

Hervæus de Motu Cordis.

ipſarum cutis non ita facilè comprimi poſſit; quòdque etiam ſanguis è corde veniens, majore cum vi per ipſas ad manum tranſire contendat, quàm inde ad cor per venas redire. Quoniam verò ſanguis iſte ex brachio exit per aperturam in unâ venarum factam, neceſſariò meatus aliqui infra vinculum, hoc eſt circa brachii extremum, eſſe debent, per quos illuc ex arteriis venire queat. Optimè etiam id quod de motu ſanguinis dicit, probat ex quibuſdam pelli-
47 culis, ita variis in locis valvularum inſtar circa venas diſ|poſitis, ut ipſi à medio corporis ad extrema tranſire non permittant, ſed tantùm ab extremis ad cor redire; præterea experientiâ, quæ oſtendit omnem qui in corpore eſt ſanguinem, inde breviſſimo tempore exire poſſe per unicam ſciſſam arteriam, etiamſi arctiſſimè prope cor eſſet ligata, atque inter ipſum & vinculum ſciſſa; adeo ut | nulla eſſet ſuſpicandi occaſio, ſanguinem egredientem aliunde quàm ex corde venire.

Sed multa alia ſunt quæ hanc quam dixi, veram iſtius motûs ſanguinis cauſam eſſe teſtantur; ut primò differentia quæ obſervatur inter ſanguinem qui è venis exit, & eum qui ex arteriis promanat; quæ aliunde oriri non poteſt quàm ex eo quòd tranſeundo per cor rarefactus & veluti diſtillatus fuerit, atque ita ſubtilior, vividior & calidior ſit, ſtatim atque inde exiit, hoc eſt cùm in arteriis continetur, quàm eſſet paulò antequam in eas ingrederetur, hoc eſt cùm in venis ſtabulabatur. Et ſi probè attendatur, comperietur hoc diſcrimen non apparere manifeſtè, niſi in viciniâ cordis; minùs autem in locis ab eo remotioribus. Deinde tunicarum è quibus vena arterioſa & magna arteria conſtant durities, ſatis oſtendit ſanguinem ipſas majore cum vi quàm venas pulſare. Cur etiam ſiniſtra cordis cavitas & magna arteria ampliores eſſent & latiores cavitate dextrà & venâ arterioſâ, niſi arterioſæ venæ ſanguis pulmones ſolùm ingreſſus ex quo per cor tranſiit ſubtilior eſſet, & magis faciliùſque rarefieret quàm ſanguis immediatè ex venâ cavâ procedens? Et quid ex pulſûs contrectatione conjicere poſſunt Medici, niſi ſciant ſanguinem, prout naturam mutat, magis aut minùs, celeriùs vel tardiùs quàm antea à cordis calore rarefieri poſſe? Et ſi expendatur quo-
48 modo iſte | calor aliis membris communicetur, nonne fatendum eſt id fieri | ope ſanguinis qui per cor tranſiens ibidem caleſit, indeque per totum corpus diffunditur? Unde fit ut ſi ex aliquâ parte ſanguis dematur, eâdem operâ dematur calor. Et quamvis cor ardore ferrum candens æquaret, non ſufficeret tamen ad pedes & manus adeo ac ſentimus calefaciendum, niſi continuò illuc novum ſanguinem mitteret. Deinde etiam ex eo cognoſcitur verum reſpirationis uſum

eſſe, ſatis recentis aëris in pulmones inferre, ad efficiendum ut ſan-
guis qui eò ex dextro cordis ventriculo defluit, ubi rarefactus &
quaſi in vapores mutatus fuit, ibi incraſſeſcat & denuo in ſanguinem
convertatur, priuſquam in ſiniſtrum refluat; ſine quo, alendo qui
illic eſt igni aptus eſſe non poſſet. Idque ex eo confirmatur, quòd
videamus animalia pulmonibus deſtituta, unicum tantùm cordis
ventriculum habere; quòdque in infantibus qui eo uti non poſſunt
quamdiu ſunt in matrum uteris incluſi, foramen quoddam depre-
hendamus per quod ſanguis è venâ cavâ in ſiniſtram cordis cavita-
tem defluit; & brevem tubum per quem è venâ arterioſâ in magnam
arteriam, non trajecto pulmone, tranſit. Deinde quomodo fieret con-
coctio in ventriculo, niſi cor eò calorem per arterias immitteret,
unàque fluidiores aliquas ſanguinis partes, quæ injecti cibi commi-
nutionem adjuvant? Nonne etiam actio, quæ iſtius cibi ſuccum in
ſanguinem convertit, facilis eſt cognitu, ſi conſideretur illum iteratis
vicibus & fortè plus quàm centies aut ducenties ſingulis diebus per
cordis ventriculos totum diſtillare? Quâ verò aliâ re indigemus | ad
explicandum nutritionem, & variorum qui in corpore ſunt humo-
rum productionem? niſi ut dicamus | impetum quo ſanguis, dum 49
rarefit, à corde ad extremitates arteriarum tranſit, efficere ut aliquæ
ipſius partes ſubſiſtant in membris ad quæ accedunt, ibique locum
occupent aliquarum partium quas inde expellunt; & ſecundùm ſi-
tum, aut figuram, aut exilitatem pororum quos offendunt, quaſdam
potiùs in certa loca confluere quàm aliàs; eâdem ratione quâ fieri
ſolent quædam cribra, quæ per hoc unum quòd diverſimode ſint
perforata, variis frumenti ſpeciebus à ſe invicem ſeparandis inſer-
viunt. Denique id quod hîc ſuper omnia obſervari meretur, gene-
ratio eſt ſpirituum animalium, qui ſunt inſtar venti ſubtiliſſimi, aut
potiùs flammæ puriſſimæ, quæ continuè è corde magnâ copiâ in
cerebrum aſcendens, inde per nervos in muſculos penetrat, & om-
nibus membris motum dat: ita ut non opus ſit aliam imaginari
cauſam, quæ efficiat ut partes ſanguinis, quæ eo quòd ſint magis
cæteris agitatæ & penetrantiores, aptiſſimæ ſunt ad iſtos ſpiritus
componendos, potiùs ad cerebrum quàm aliò contendant; niſi quòd
arteriæ quæ eas illuc deferunt, rectiſſimâ omnium lineâ à corde pro-
cedant; & quòd ſecundùm Mechanices regulas, quæ eædem ſunt
atque regulæ naturæ, cùm variæ res ſimul ad eandem partem con-
tendunt, ubi ſatis ſpatii non eſt omnibus recipiendis, ſicut contingit
in partibus ſanguinis quæ è ſiniſtro cordis ventriculo exeunt & ad
cerebrum tendunt, neceſſe ſit | ut debiliores & minùs agitatæ inde
avertantur à validioribus, quæ hac ratione eò ſolæ perveniunt.

Particulatim ſatis iſta omnia expoſueram in tractatu quem antea
in lucem edere cogitabam. In quo conſequenter oſtenderam quæ-
50 nam debeat eſſe fabrica nervorum & | muſculorum corporis humani,
ad efficiendum ut ſpiritus animales ipſo contenti, vires habeant ejus
membra movendi; ſicut videmus capita, paulò poſt | quam abſciſſa
fuerunt, adhuc moveri & terram mordere, etiamſi non ampliùs ſint
animata; quænam mutationes in cerebro fieri debeant ad vigiliam,
ſomnum & inſomnia producendum; quomodo lumen, ſoni, odores,
ſapores, calor & omnes aliæ externorum objectorum qualitates, in
eo per ſenſuum organa diverſas imprimere ideas poſſint; quomodo
fames, ſitis, aliique interni affectus ſuas etiam illuc immittere va-
leant; quid in eo per ſenſum communem intelligi debeat, in quo ideæ
iſtæ recipiuntur; per memoriam, quæ eas conſervat; & per phanta-
ſiam, quæ eas diverſimodè mutare poteſt, & novas componere; quæ-
que etiam ſpiritus animales variè in muſculos immittendo, eoſdem
omnes motus qui unquam abſque voluntatis imperio in nobis fiunt,
eodemque modo tum objectis externis ſenſuum organa pulſantibus,
tum etiam affectibus & temperamentis externis reſpondentes, in
iſtius corporis membris poteſt efficere. Quod nullo modo videbitur
mirum iis, qui ſcientes quàm varii motus in automatis humanâ in-
duſtriâ fabricatis edi poſſint; | idque ope quarumdam rotularum
aliorumve inſtrumentorum, quæ numero ſunt pauciſſima, ſi confe-
rantur cum multitudine ferè infinitâ oſſium, muſculorum, nervo-
rum, arteriarum, venarum aliarumque partium organicarum, quæ
in corpore cujuſlibet animalis reperiuntur; conſiderabunt humani
corporis machinamentum tanquam automatum quoddam manibus
Dei factum, quod infinities meliùs ſit ordinatum, motuſque in
51 ſe admirabiliores habeat, quàm | ulla quæ arte humanâ fabricari
poſſint.

Et hîc particulariter immoratus eram in oſtendendo, ſi darentur
ejuſmodi machinæ, figurâ externâ organiſque omnibus ſimiæ vel
cuivis alteri bruto animali ſimillimæ, nullâ nos ratione agnituros
ipſas naturâ ab iſtis animantibus differre. Si autem aliquæ exſtarent
quæ noſtrorum corporum imaginem referrent, noſtraſque actiones
quantùm moraliter fieri poſſet imitarentur; nobis ſemper duas cer-
tiſſimas vias reliquas fore ad agnoſcendum, eas non propterea veros
homines eſſe. Quarum prima eſt, illas nunquam ſermonis uſum
habituras, aut ullorum ſignorum, qualia adhibemus ad cogitationes
noſtras aliis aperiendas. Nam concipi quidem poteſt machina ita
compoſita ut vocabula aliqua proferat; imo etiam ut quædam enun-
ciet quæ præſentiæ objectorum, ipſius organa externa moventium,

appoſitè reſpondeant : veluti ſi aliquo loco tangatur, ut petat quid
ſe velimus ; ſi alio, ut clamet nos ipſam lædere, & alia ejuſmodi ;
ſed non ut voces proprio motu ſic collocet aptè ad | reſpondendum
omnibus iis quæ coram ipſa proferentur ; quemadmodum quilibet
homines, quantumvis obtuſi ingenii, poſſunt facere. Secunda eſt,
quòd etiamſi tales machinæ multa æquè benè aut forſitan meliùs
quàm ullus noſtrûm facerent, in quibuſdam aliis ſine dubio aberrarent;
ex quibus agnoſci poſſet eas cum ratione non agere, ſed ſolummodo
ex organorum ſuorum diſpoſitione. Cùm enim ratio inſtrumentum
ſit univerſale, quod in omni occaſione uſui eſſe poteſt,
contrà autem organa iſta particulari aliquâ diſpoſitione ad ſingulas
ſuas actiones indigeant : inde fit ut planè ſit incredibile, ſatis multa
diverſa organa in machinâ | aliquâ reperiri, ad omnes motus externos 52
variis caſibus vitæ reſpondentes, ſolâ eorum ope peragendos, eodem
modo quo à nobis rationis ope peraguntur. Hac autem eâdem duplici
viâ cognoſci etiam poteſt diſcrimen quod inter homines &
bruta intercedit. Obſervatu enim dignum eſt, nullos reperiri homines
adeo hebetes & ſtupidos, ne amentibus quidem exceptis, ut
non poſſint diverſas voces aptè conſtruere, atque ex iis orationem
componere, quâ cogitationes ſuas patefaciant ; contrà verò nullum
eſſe aliud animal, quantumvis perfectum aut felici ſidere natum,
quod ſimile quidquam faciat. Hocque ex organorum defectu non
contingit ; videmus enim picas & pſittacos eaſdem quas nos voces
proferre, nec tamen ſicut nos loqui poſſe, hoc eſt, ita ut oſtendant
ſe intelligere quid dicant. Cùm nihilominus homines à nativitate
ſurdi & muti, ſicque non minùs, ſed potiùs magis quàm bruta, deſtituti
organis quibus alii | in loquendo utuntur, ſoleant propriâ induſtriâ
quædam ſigna invenire quibus mentem ſuam aperiant iis quibuſcum
verſantur, & quibus vacat linguam ipſorum addiſcere. Iſtud
autem non tantùm indicat bruta minore rationis vi pollere quàm
homines, ſed illa planè eſſe rationis expertia. Videmus enim exiguâ
admodum opus eſſe ratione ad loquendum ; & quia obſervatur ingenii
quædam inæqualitas inter ejuſdem ſpeciei animantia, non minùs
quàm inter homines, & alia aliis inſtitutionis eſſe capaciora;
non eſt credibile ſimiam, aut pſittacum in ſuâ ſpecie perfectiſſimum,
in eo infantem ſtupidiſſimum, aut ſaltem mente motum, æquare
non poſſe, niſi ipſorum anima naturæ à noſtrâ planè diſcrepantis
eſſet. Notandumque eſt loquelam, ſignaque | omnia quæ ex homi- 53
num inſtituto cogitationes ſignificant, plurimùm differre à vocibus
& ſignis naturalibus quibus corporei affectus indicantur. Nec cum
veteribus quibuſdam putandum, bruta loqui, ſed nos ipſorum ſer-

monem non intelligere. Si enim id verum eſſet, cùm multis organis prædita ſint, iis quæ in nobis ſunt analogis, mentem ſuam æquè nobis patefacere poſſent ac ſuî ſimilibus. Singulari etiam animadverſione dignum eſt, quòd quamvis multa ſint animantia, quæ plus induſtriæ quàm nos in quibuſdam ſuarum actionum patefaciant, eadem tamen nullam omnino in multis aliis demonſtrare conſpiciantur. Ita ut id quod meliùs nobis faciunt, non probet ipſa eſſe ratione prædita; inde enim ſequeretur, majorem in illis ineſſe rationem quàm in ullo noſtrûm, eâque nos in omni etiam aliâ re debere ſuperare; | ſed potiùs probat, ipſa ratione eſſe deſtituta, & naturam in iis ſecundùm organorum diſpoſitionem agere : prout videmus horologium ex rotis tantùm & ponderibus compoſitum, æqualiùs quàm nos cum omni noſtrâ prudentiâ, horas numerare & tempora metiri.

Poſtea deſcripſeram animam rationalem, oſtenderamque, eam nullo modo è materiæ potentiâ educi poſſe ſicut alia de quibus egeram, ſed neceſſe eſſe ipſam creari; nec ſufficere ut, inſtar nautæ in navi, ipſa in corpore habitet, niſi forſan ad illius membra movenda; ſed requiri ut cum ipſo arctiùs jungatur uniaturque, ad ſenſus & appetitus noſtris ſimiles habendos, & ita verum hominem componendum. Cæterùm copioſior paulò hîc fui in argumento de animâ tractando, quòd ſit maximi ponderis. Nam poſt illorum errorem qui
54 Deum eſſe negant, quem me ſatis | ſuprà refutaſſe opinor, nullus eſt qui faciliùs debiles animas à recto virtutis tramite avertat, quàm ſi putent, brutorum animam ejuſdem eſſe cum noſtrâ naturæ; ac proinde nihil nobis poſt hanc vitam timendum aut ſperandum ſupereſſe, non magis quàm muſcis aut formicis. Cùm autem rectè cognoſcitur quantùm differant, multo meliùs poſtea capiuntur rationes quæ probant animam noſtram naturæ eſſe planè à corpore independentis, & ex conſequenti opus non eſſe ut cum ipſo moriatur; ac denique, quia | nullæ animadvertuntur cauſæ quæ eam deſtruant, naturâ ferimur ad judicandum ipſam eſſe immortalem.

VI.
Quid requiri putet Author, ad ulterius progrediendum in Naturæ perſcrutatione, quàm hactenus factum ſit; et quæ rationes ipſum ad ſcribendum impulerint

Tertius autem nunc agitur annus, ex quo perveni ad finem tractatûs quo iſta omnia continentur, incipiebamque eum recognoſcere, ut poſtea typographo traderem; cùm reſcivi, viros, quibus multum defero, & quorum authoritas non multo minùs in meas actiones poteſt, quàm propria ratio in cogitationes, opinionem quandam Phyſicam improbaſſe, paulò antè ab alio in lucem editam; cui nolo dicere me adhæſiſſe, ſed tantùm nihil in illâ ante ipſorum cenſuram obſervaſſe, quod ſuſpicari poſſem aut religioni aut reipublicæ noxium eſſe; nec proinde quod me impediturum fuiſſet ipſam tueri, ſi ratio

veram eſſe perſuaſiſſet; hocque mihi metum incuſſiſſe ne pariter
inter meas aliqua inveniretur in quâ à vero aberraſſem; quanquam
ſanè magno ſemper ſtudio curavi, ne ullis novis opinionibus fidem
adhiberem, quarum demonſtrationes certiſſimas non haberem, aut
quidquam ſcriberem quod in ullius damnum cedere poſſet. Hoc verò
ſatis fuit ad me movendum ut à propoſito illas evulgandi deſiſterem.
Etiamſi enim rationes quibus ad cogitationes meas edendas in|ductus 55
fueram validiſſimæ eſſent, genius tamen meus, qui ſemper à libris
ſcribendis abhorruit, fecit ut ſtatim multas alias invenirem, quibus
me ab illo labore ſuſcipiendo excuſarem. Et iſtæ rationes ab utrâque
parte tales ſunt, ut non | ſolùm meâ eas hîc recenſere aliquatenus
interſit, ſed etiam fortaſſe reipublicæ literariæ illas cognoſcere.

Nunquam ea magni feci quæ ab ingenio meo proficiſcebantur, &
quamdiu nullos alios ex eâ quâ utor Methodo fructus percepi, niſi
quòd mihi in quibuſdam dubiis ſatisfeci ad ſcientias ſpeculativas
pertinentibus, aut meos mores componere conatus ſum ſecundùm
rationes quas me docebat, non putavi me quicquam eâ de re ſcri-
bere teneri. Nam quod ad mores attinet, unuſquiſque adeò ſuo
ſenſu abundat, ut tot poſſent inveniri reformatores quot capita, ſi
aliis liceret, præterquam iis quos Deus ſupremos ſuorum popu-
lorum Rectores conſtituit, aut quos ſatis magnâ gratiæ & zeli
menſurâ donavit, ut Prophetæ ſint, aliquid in eo immutandum
ſuſcipere. Et licèt ſpeculationes meæ valde mihi arriderent, credidi
tamen, alios etiam habere ſuas, quæ fortè magis adhuc ipſis pla-
ceant. Sed ſtatim atque notiones aliquas generales Phyſicam
ſpectantes mihi comparavi, earumque periculum facere incipiens
in variis particularibus difficultatibus, obſervavi quouſque illæ me
deducere poſſint, & quantum à principiis differant quæ hactenus in
uſu fuerunt; credidi me eas occultas detinere non poſſe, abſque
gravi peccato adverſus legem jubentem ut, quantum in nobis eſt,
generale omnium hominum bonum procuremus. Ex iis enim
cognovi, ad notitias vitæ valde utiles poſſe perveni|ri; & loco Philo- 56
ſophiæ illius ſpeculativæ quæ in Scholis docetur, poſſe | Practicam
reperiri, quâ cognitis viribus & actionibus ignis, aquæ, aëris,
aſtrorum, cœlorum aliorumque corporum quæ nos circumſtant,
adeo diſtinctè atque diverſas opificum noſtrorum artes novimus,
adhibere pariter ea poſſemus ad omnes uſus quibus inſervire apta
ſunt, atque ita nos velut dominos & poſſeſſores naturæ efficere.
Quod ſanè eſſet optandum, non tantùm ad infinitorum artificiorum
inventionem, quæ efficerent ut ſine labore fructibus terræ & omni-
bus ipſius commodis frueremur; ſed præcipuè etiam ad valetu-

dinis conſervationem, quæ ſine dubio primum eſt hujus vitæ
bonum, & cæterorum omnium fundamentum. Animus enim adeo
à temperamento & organorum corporis diſpoſitione pendet, ut ſi
ratio aliqua poſſit inveniri, quæ homines ſapientiores & ingenio-
ſiores reddat quàm hactenus fuerunt, credam illam in Medicinâ
quæri debere. Verum quidem eſt, eam quæ nunc eſt in uſu, pauca
quorum adeo inſignis ſit utilitas continere. Sed quamvis ipſam con-
temnere nullo modo ſit animus, confido tamen nullum fore, etiam
inter eos qui illam profitentur, qui non confiteatur, omnia quæ
hactenus in eâ inventa ſunt, nihil propemodum eſſe, reſpectu eorum
quæ ſcienda adhuc reſtant; hominesque ab infinitis tam corporis
quàm animi morbis immunes futuros, imo etiam fortaſſis à ſenectu-
tis debilitatione, ſi ſatis magnam cauſarum à quibus mala iſta oriun-
tur, & omnium remediorum quibus natura nos inſtruxit, notitiam
haberent. Cùm autem propoſuerim | totam meam vitam collocare
in ſcientiæ adeo neceſſariæ inveſtigatione, & inciderim in viam quæ
mihi talis videtur, ut ſi quis eam ſequatur, haud dubiè ad optatum
57 finem ſit | perventurus, niſi aut brevitate vitæ aut experimentorum
defectu impediatur : judicabam nullum melius eſſe adverſùs duo
iſta impedimenta remedium, quàm ſi fideliter publico communica-
rem id omne, quantulumcunque eſſet, quod reperiſſem, & præclara
ingenia incitarem, ut ulteriùs pergere contenderent, ſingulique quod
in ſuâ facultate eſſet ad experimenta facienda conferrent, atque etiam
eorum omnium quæ addiſcerent publicum particeps facerent, eo
fine ut ultimi incipiendo ubi præcedentes deſiiſſent, & ita multo-
rum vitas & labores conjungendo, omnes ſimul longiùs progrede-
remur quàm ſinguli privatim poſſent.

Quinetiam de experientiis obſervabam, eas tanto magis neceſ-
ſarias, quanto quis majorem notitiam eſt adeptus. Initio enim præ-
ſtat iis tantùm uti quæ ſponte ſenſibus noſtris occurrunt, & quas
ignorare non poſſumus, ſi vel tantillum ad eas attendamus, quàm
rariores & abſtruſiores inveſtigare. Cujus rei ratio eſt, quòd rario-
res illæ ſæpius decipiant, quamdiu vulgatiorum cauſæ ignorantur;
circumſtantiæque à quibus pendent ferè ſemper adeo particulares &
exiguæ ſint, ut obſervatu ſint difficillimæ. Sed tamen hac in re
ordinem ſecutus ſum. Primùm conatus ſum generatim invenire |
principia, ſeu primas cauſas omnium quæ ſunt aut poſſunt eſſe in
mundo; ad Deum ſolum qui ipſum creavit attendendo, eaſque
aliunde non educendo quàm ex quibuſdam veritatis ſeminibus, ani-
mis noſtris à naturâ inditis. Poſtea expendi quinam eſſent primi &
maximè ordinarii effectus, qui ex his cauſis deduci poſſent; videorque

mihi hac viâ cognoviſſe cœlos, aſtra, terram, imo etiam in terrâ
aquam, aërem, ignem, mineralia, & | quædam ejuſmodi alia, quæ 58
ſunt omnium maximè communia, ſimpliciſſimaque, ac proinde
cognitu facillima. Deinde cùm volui ad particulariora deſcendere,
tam multa diverſa mihi occurrerunt, ut crediderim opus eſſe in-
genio pluſquam humano, ad formas aut ſpecies corporum, quæ in
terrâ ſunt, ab infinitis aliis, quæ in eâ poſſent eſſe, ſi Deo placuiſſet
illas ibi collocare, dignoſcendas, ipſaſque deinde ad uſum noſtrum
referendas; niſi per effectus cauſis obviam eamus, & multis parti-
cularibus experimentis adjuvemur. Deinde animo revolvens omnia
objecta quæ unquam ſenſibus meis occurrerant, dicere non verebor
me nihil in iis obſervaſſe, quod ſatis commodè per inventa à me
principia explicare non poſſem. Sed confiteri me etiam oportet,
potentiam Naturæ eſſe adeo amplam & diffuſam, & principia hæc
adeo eſſe ſimplicia & generalia, ut nullum ferè ampliùs particu-
larem effectum obſervem, quem ſtatim | variis modis ex iis deduci
poſſe non agnoſcam; nihilque ordinariè mihi difficilius videri, quàm
invenire quo ex his modis inde dependeat. Hinc enim aliter me
extricare non poſſum, quàm ſi rurſus aliqua experimenta quæram,
quæ talia ſint, ut eorum idem non ſit futurus eventus, ſi hoc modo
quàm ſi illo explicetur. Cæterum eouſque nunc perveni ut mihi
ſatis bene videar percipere, quâ ratione pleraque illorum ſint fa-
cienda quæ huic fini inſervire poſſunt. Sed video etiam, illa eſſe
talia & tam multiplicia ut neque manus meæ, neque fortunæ,
etiamſi millecuplo majores eſſent, ad omnia poſſent ſufficere; prout
autem deinceps plura aut pauciora faciendi copia erit, majores
etiam aut minores in Naturæ cognitione progreſſus mihi promitto.
Id quod | in compoſito à me tractatu declarare ſperabam, ibique 59
adeo clarè patefacere quænam exinde ad publicum utilitas eſſet
reditura, ut eos omnes quibus commune hominum bonum eſt
cordi, hoc eſt, omnes revera & non in ſpeciem tantùm honeſtos
viros, inducturus eſſem tum ad mecum communicanda quæ jam
feciſſent experimenta, tum ad me juvandum in inveſtigatione eorum
quæ ſuperſunt facienda.

Sed ab illo tempore aliæ mihi occurrerunt rationes, quibus ad
mutandam ſententiam adductus ſum, & ad cogitandum me debere
quidem pergere in ſcribendis omnibus iis quæ alicujus eſſe momenti
putarem, ſtatim atque eorum veritatem deprehendiſſem; idque non
minore cum curâ quàm ſi ea in lucem edere vellem; tum | ut tanto
majorem haberem ea bene examinandi occaſionem; nam ſine
dubio accuratiùs ſemper id elaboratur, quod à pluribus lectum iri

creditur, quàm quod in privatum tantùm uſum ſcribitur; & ſæpe quæ mihi viſa ſunt vera, cùm primùm illa concepi, falſa eſſe poſtea cognovi, cùm ipſa chartæ volui mandare; tum etiam ut nullum amitterem occaſionem publicam utilitatem quantum in me eſſet procurandi, & ſi mea ſcripta alicujus ſint pretii, ii in quorum manus poſt obitum meum devenient, illis prout commodum videbitur uti queant : ſed me nullo modo permittere debere ut me vivo in lucem exirent, ne vel oppoſitiones & controverſiæ quibus fortè vexarentur, vel etiam qualiſcunque fama quam conciliare poſſent, aliquam mihi darent occaſionem, tempus quod inſtitutioni meæ deſtinaveram amittendi. Etiamſi enim verum ſit unumquemque teneri
60 quantum in ſe eſt aliorum bonum procu|rare, illumque propriè nullius eſſe pretii qui nemini prodeſt; attamen verum etiam eſt curas noſtras ultra tempus præſens debere extendi, bonumque eſſe omittere ea quæ fortè aliquam viventibus utilitatem eſſent allatura, eo fine ut alia faciamus quæ multo magis nepotibus noſtris ſunt profutura. Quemadmodum etiam diſſimulare nolo, exiguum id quod huc uſque didici, nihil ferè eſſe præ eo quod ignoro, & ad cujus cognitionem pervenire non deſpero; eodem enim ferè modo agitur cum iis qui paulatim veritatem in | ſcientiis detegunt, atque cum diteſcentibus, quibus facilius eſt magna lucra facere, quàm antea multo minora cùm adhuc pauperes erant. Vel poſſunt cum exercituum præfectis conferri, quorum vires pro victoriarum ratione incrementa ſumere ſolent, & quibus poſt cladem acceptam majore prudentiâ opus eſt ad reſiduas copias conſervandas, quàm cùm prælio ſuperiores fuerunt, ad urbes & provincias occupandas. Verè enim is prælio decernit, qui conatur ſuperare omnes difficultates & errores, à quibus impeditur ne ad cognitionem veritatis perveniat; & prælio vincitur, qui de re alicujus momenti falſam opinionem admittit; majoreque poſtea opus habet dexteritate, ad ſe in priſtinum ſtatum reſtituendum, quàm ad magnos progreſſus faciendos cùm jam principia certa habet. Quod ad me attinet, ſi quas in ſcientiis veritates inveni (confido autem, ea quæ hoc volumine continentur, oſtenſura me aliquas inveniſſe), poſſum dicere illas tantùm eſſe conſequentias quinque aut ſex præcipuarum difficultatum quas ſuperavi, quaſque pro totidem pugnis numero in quibus victoriam reportavi. Imo non verebor dicere, me putare,
61 nihil mihi ampliùs deeſſe | ut voti compos fiam, quàm duas aut tres ejuſmodi obtinere; & me non eſſe adeo ætate provectum, quin ſecundùm ordinarium naturæ curſum, ſatis mihi ad hanc rem otii ſupereſſe poſſit. | Sed credo me eò plus teneri, tem-

poris quod mihi reſtat parcum eſſe, quò plus ſpei illud bene collocandi habeo. Et multas procul dubio illud amittendi occaſiones haberem, ſi meæ Phyſicæ fundamenta in lucem ederem. Etiamſi enim omnia ferè adeo ſint evidentia, ut opus tantùm ſit ea intelligere ad aſſentiendum, nullumque inter illa ſit, cujus demonſtrationes dare poſſe non ſperem; attamen quia fieri non poteſt, ut cum omnibus aliorum diverſis opinionibus conveniant, ſæpius me à propoſito avocandum iri prævideo, oppoſitionum quas excitabunt occaſione.

Objici quidem poteſt oppoſitiones iſtas utiles fore, cùm ut errores meos agnoſcam, tum ut ſi quid boni habeam, alii majorem illius hac ratione intelligentiam conſequantur; & quia plures oculi plus vident uno, ut meis nunc uti incipientes, ſuis me viciſſim inventis juvent. Sed etiamſi me valde errori obnoxium agnoſcam, & nunquam ferè fidam primis quæ mihi occurrunt cogitationibus; experientia tamen quam habeo eorum quæ mihi objici poſſunt, impedit quominus ullum inde fructum ſperem. Jam enim ſæpe expertus ſum judicia, tam eorum quos pro amicis habui, quàm aliorum quorumdam, quibus me indifferentem eſſe putabam; quinetiam nonnullorum malignorum & invidorum, quos ſciebam conaturos in apertum protrahere id quod amicitiæ velum ab amicorum oculis abſcondebat. Sed raro accidit, ut aliquid mihi objectum ſit quod nullo modo prævidiſſem, niſi id eſſet | valde à || meo argumento 62
remotum; adeo ut ferè nullum unquam offenderim opinionum mearum cenſorem, qui mihi non videretur aut minùs rigidus, aut minùs æquus me ipſo. Sicut etiam nunquam obſervavi, veritatem aliquam antea ignotam, diſputationum Scholaſticarum ope in lucem protractam fuiſſe. Nam dum unuſquiſque contendit vincere, plerumque potiùs ad veriſimilitudinem, quàm ad rationum utrimque allatarum momenta attendi ſolet; & qui diu boni fuerunt advocati, non ideo poſtea meliores ſunt judices.

Quod ad utilitatem, quam alii ex mearum meditationum communicatione percepturi eſſent, non poſſet etiam valde magna eſſe; quia nondum eas eouſque deduxi, ut nulla ſuperſint addenda, antequam ad praxim revocentur. Et puto me poſſe ſine jactantiâ dicere, ſi quis earum perficiendarum ſit capax, me potiùs eum eſſe quàm alium quemquam. Non quod ingenia in orbe eſſe non poſſint quæ meum multis paraſangis ſuperent; ſed quia fieri non poteſt ut rem adeo bene concipiat & ſuam reddat, qui eam ab alio diſcit, atque ille qui ipſemet eam invenit. Quod adeo in hac materiâ verum eſt, ut quamvis ſæpe aliquas ex meis opinionibus explicaverim viris

acutiſſimis, & qui me loquente eas videbantur valde diſtinctè intelligere; attamen cùm eas retulerunt, obſervavi ipſos ferè ſemper illas ita mutaviſſe, ut pro meis agnoſcere ampliùs non poſſem. Quâ occaſione | poſteros hîc oratos volo, ut nunquam credant, quidquam à me eſſe profectum, quod ipſe in lucem non edidero. Et nullo modo miror abſurda illa dogmata, quæ veteribus illis Philoſophis tribuuntur, quorum ſcripta non habemus; nec propterea judico ipſorum
63 |cogitationes valde à ratione fuiſſe alienas, cùm habuerint præſtantiſſima ſuorum ſæculorum ingenia; ſed tantùm eas nobis perperam fuiſſe relatas. Sicut etiam videmus, nunquam ferè contigiſſe ut ab aliquo ſuorum ſectatorum ſuperati fuerint. Et credo fervidiſſimos eorum qui nunc Ariſtotelem ſequuntur, ſe beatos putaturos ſi eum in naturæ cognitione æquarent; etiam ſub hac conditione, ut poſtea nihil ampliùs addiſcerent. In quo ſimiles ſunt hederæ, quæ nunquam contendit altiùs aſcendere quàm arbores quæ ipſam ſuſtinent; imo ſæpe deſcendit, poſtquam ad faſtigium uſque ſublata fuit. Mihi enim videntur etiam illi deſcendere, id eſt, aliquo modo ſe indoctiores reddere quàm ſi à ſtudiis deſiſterent; qui non contenti omnia ea ſcire quæ clarè & dilucidè apud ſuum Authorem explicata ſunt, volunt præterea illic invenire ſolutionem multarum difficultatum, de quibus ne verbo quidem meminit, & fortè nunquam cogitavit. Attamen ipſorum philoſophandi ratio valde commoda eſt ingeniis infra mediocritatem poſitis. Diſtinctionum enim & principiorum quibus utuntur obſcuritas, cauſa eſt ut de omnibus æquè confidenter loqui poſſint, ac ſi illa optimè noviſſent; & ita | adverſus ſubtiliſſimos acutiſſimoſque omnia quæ dicunt defendere, ut falſi argui nequeant. Quâ in re ſimiles mihi videntur cæco, qui ut æquo Marte adverſus videntem decertaret, eum in profundam & obſcuram aliquam cellam deduxiſſet. Ac poſſum dicere iſtorum intereſſe ut ab edendis Philoſophiæ quâ utor principiis abſtineam. Nam cùm ſimpliciſſima & evidentiſſima ſint, idem propemodum facerem, ea luce donando, ac ſi aliquas aperirem feneſtras, per quas lux in illam cellam ingrede-
64 retur, in quam ad pugnandum de|ſcenderunt. Imo neque præſtantiora ingenia habent, cur optent ea cognoſcere. Nam ſi velint ſcire de omnibus loqui, & eruditionis famam ſibi comparare, eò faciliùs pervenient, ſi veriſimilitudine contenti ſint, quæ ſine magno labore in omni genere materiæ inveniri poteſt, quàm veritatem inveſtigando, quæ paulatim tantùm in quibuſdam pateſit, & cùm de aliis loquendum eſt, ad ingenuam ignorantiæ ſuæ confeſſionem impellit. Si verò paucarum aliquot veritatum notitiam præferant vanæ nihil ignorandi profeſſioni, ſicut proculdubio præferenda eſt, & meum

inſtitutum ſectari velint, non opus habent ut quidquam ipſis amplius dicam, præter id quod jam in hac diſſertatione à me audierunt. Nam ſi ulteriùs quàm fecerim progrediendi ſint capaces, multo potiori ratione erunt per ſe inveniendi id omne quod me hactenus inveniſſe puto; quoniam cùm nihil unquam niſi ordine examinaverim, certum eſt, id quod mihi è tenebris eruendum reſtat, | multo ex ſe difficilius & occultius eſſe, quàm id quod antea reperire potui; & minor multo ipſis eſſet voluptas id à me quàm à ſeipſis diſcere. Præterquam quòd habitus quem ſibi comparabunt, facilia primùm quærendo, & paulatim atque per gradus ad alia difficiliora tranſeundo, ipſis plus omnibus meis documentis profuturus ſit. Sicut quod ad me attinet, ſi à juventute edoctus eſſem omnes veritates, quarum poſtea demonſtrationes inveſtigavi, & ſine labore illas didiciſſem, opinor me fortaſſe nunquam multo plures cogniturum fuiſſe; ſaltem nunquam acquiſiturum fuiſſe habitum & facilitatem quâ me ſemper novas & novas inventurum ſpero, prout animum ad eas inveſtigandum applicabo. Et, ut verbo dicam, ſi quod in mundo eſt opus, quod ita bene ab | alio non poſſit abſolvi, atque 65
ab eo qui inchoavit, illud eſt in quo verſor & laboro.

Verum quidem eſt, quantum ad experimenta ſpectat quæ huic ſcopo inſervire queunt, unum hominem illis omnibus faciendis non eſſe parem. Sed nullas etiam alias utiliter adhibere poſſet manus quàm ſuas, niſi fortè opificum, aut aliorum ejuſmodi mercenariorum, quos lucri ſpes (magnæ efficaciæ medium) impelleret ad accuratè faciendum omnia quæ ipſis præſcriberet. Nam quod ad voluntarios attinet, qui curioſitate aut diſcendi ſtudio moti, ſponte forſan operas ſuas ei offerrent, præterquam quòd ordinariè multa promittant & pauca præſtent, nullumque unquam ferè ipſorum propoſitum finem optatum ſortiatur; | procul dubio vellent operam ſuam compenſari aliquarum difficultatum explicatione, aut ſaltem inutilibus comitatis officiis & ſermonibus, in quibus ſine magno detrimento partem otii ſui impendere non poſſet. Et quod ad experimenta jam ab aliis facta, etiamſi ea cum ipſo communicare vellent, quod nunquam facturi ſunt qui ipſa pro ſecretis habent, plerumque tot ſunt comitata circumſtantiis, rebuſque ſuperfluis, ut inde veritatem elicere difficillimum illi foret. Præterquam quòd omnia fermè adeo malè explicata inveniret, aut etiam falſa (quia qui illa fecerunt, ea tantùm in iis videre voluerunt, quæ principiis ſuis conformia putabant), ut ſi aliqua propoſito ipſius accommoda eſſent, pretium tamen temporis æquare non poſſent, quod in delectu illorum faciendo impendendum eſſet. Adeo ut ſi quis eſſet in hoc terrarum orbe, quem

conſtaret capacem eſſe maxima quæque & in publicum utiliſſima
66 inveniendi; & eâ de cauſâ cæteri | homines omnibus modis eum adjuvare contenderent in propoſito ſuo aſſequendo; non videam eos aliud in ipſius gratiam facere poſſe, quàm in experimenta quibus indigeret ſumptus conferre; & de cætero impedire ne tempus ipſi ullius importunitate eriperetur. Sed præterquam quòd non tantum mihi tribuo, ut aliquid extraordinarium polliceri velim, nec me adeo vanis cogitationibus paſco, ut putem rempublicam multùm mea conſilia curare debere; non ſum etiam adeo abjecto animo, ut à quolibet accipere vellem | beneficium, cujus me indignum eſſe credi poſſet.

Omnes iſtæ conſiderationes ſimul junctæ, in cauſâ fuerunt à tribus annis cur noluerim in lucem edere tractatum quem præ manibus habebam; imo ut ſtatuerem nullum alium quamdiu viverem publici juris facere, qui adeo generalis eſſet, aut ex quo Phyſices meæ fundamenta intelligi poſſent. Sed poſtea rurſum duæ aliæ cauſæ fuerunt quæ me moverunt, ut hîc particularia quædam ſpecimina ſubjungerem, & publico aliquam actionum mearum conſiliorumque rationem redderem. Quarum prima eſt, quòd ſi illud omitterem, multi qui reſciverunt propoſitum quod antea habui ſcripta aliqua prælo ſubjiciendi, ſuſpicari poſſent cauſas propter quas ab eo abſtinerem, minùs mihi honorificas eſſe quàm revera ſunt. Quamvis enim immodicè gloriam non appetam, aut etiam (ſi id effari liceat) ab illâ abhorream, quatenus ipſam contrariam eſſe judico quieti, quam ſupra omnia magni facio; attamen nunquam etiam ſtudui actiones meas tanquam crimina occultare, aut multas præcautiones adhibui ut ignotus eſſem; tum quia crediſſem adverſus meipſum injurius
67 eſſe, tum e|tiam quia id mihi inquietudinem aliquam attuliſſet, quæ rurſum perfectæ animi tranquillitati quam quærebam adverſa fuiſſet. Et quia, dum me ita indifferenter habui inter innoteſcendi aut deliteſcendi curam, non potui impedire quin aliquatenus in ore hominum verſarer, putavi debere me allaborare ſaltem ne malè audirem. Altera ratio quæ me ad hæc ſcribendum compulit | eſt, quòd quotidie magis ac magis perſpiciens moram quam patitur illud quod de me erudiendo cepi conſilium, propter infinita experimenta quibus indigeo, & quæ ſine alienâ ope facere non poſſum, etiamſi non adeo Suffenus ſim, ut ſperem publicum in partem conſiliorum meorum venire velle; attamen nolo etiam mihi adeo deeſſe, ut occaſionem dem pòſt victuris, mihi aliquando exprobrandi, me potuiſſe ipſis varia multo meliora relinquere quàm fecerim, niſi nimium neglexiſſem ipſis ſignificare, quâ in re inſtituta mea poſſent promovere.

Et putavi facile mihi eſſe eligere aliquas materias, quæ neque
eſſent multis controverſiis obnoxiæ, neque me cogerent plura quàm
velim ex meis principiis exponere; & tamen ſatis clarè patefacerent
quid in ſcientiis præſtare poſſim aut non poſſim. Quod an feliciter
mihi ſucceſſerit, aliis judicandum relinquo; at pergratum mihi erit ſi
examinentur; &, ut tanto major ſit ejus rei occaſio, rogo omnes eos
qui adverſus ea objectiones aliquas facere volent, ut eas ad meum
bibliopolam mittant, à quo monitus, meum reſponſum eodem tem-
pore adjungere conabor; iſtâ enim ratione, lectores utraque ſcripta
ſimul videntes, tanto faciliùs de veritate judicium ferent. Non enim
prolixa illis opponere reſponſa polliceor, ſed tantùm mea | errata in- 68
genuè, ſi agnoſcam, confiteri, aut | ſi ea animadvertere non poſſim,
ſimpliciter dicere quod putabo ad rerum à me ſcriptarum defenſio-
nem requiri; nullâ additâ novæ alicujus materiæ explicatione, ne
me ſine fine ab unâ ad aliam tranſire ſit neceſſe.

Quod ſi quædam eorum, de quibus egi initio Dioptrices et Meteo-
rum, primâ fronte offendant, quia hypotheſes voco et nolle probare
videor, rogo ut integri tractatus cum attentione legantur, & ſpero
hæſitantibus ſatisfactum iri. Rationes enim mihi videntur in iis tali
ſerie connexæ, ut ſicut ultimæ demonſtrantur à primis quæ illarum
cauſæ ſunt, ita reciprocè primæ ab ultimis, quæ ipſarum ſunt effecta,
probentur. Nec eſt quòd quis putet me hîc in vitium quod Logici
Circulum vocant, incidere; nam cùm experientia maximam effe-
ctuum iſtorum partem certiſſimam eſſe arguat, cauſæ à quibus illos
elicio, non tam iis probandis quàm explicandis inſerviunt; contra-
que ipſæ ab illis probantur. Nec hypotheſes alio fine vocavi, quàm
ut ſciatur confidere me eas poſſe deducere ex primis illis veritatibus
quas ſuprà expoſui; ſed datâ operâ noluiſſe facere, ad impediendum,
ne quædam ingenia, quæ uno die addiſcere ſe poſſe putant ea in
quibus alius viginti annis deſudavit, ſtatim atque illa ipſis uno tan-
tùm aut altero verbo aperuit (& quæ eò magis errori ſunt obnoxia,
minùſque veritatis percipiendæ capacia, quò ſubtiliora & alacriora
ſunt), inde poſſint | occaſionem arripere, abſurdam aliquam Philo-
ſophiam illis principiis, quæ pro meis habebunt, ſuperſtruendi,
ejuſque rei mihi culpa tribuatur. Nam quod ab opiniones attinet
quæ in ſolidum meæ ſunt, nolo ipſarum novitatem excuſare; quo-
niam ſi rationes | quibus innituntur, bene perpendantur, confido eas 69
adeo ſimplices & ſenſui communi conformes inventum iri, ut minùs
extraordinariæ & paradoxæ videantur, quàm ullæ aliæ quæ de iiſ-
dem argumentis poſſint haberi. Nec me etiam primum ullarum
inventorem eſſe jacto, ſed tantùm me nunquam illas pro meis adop-

taſſe, vel quòd ab aliis priùs receptæ fuiſſent, vel quòd non fuiſſent; verùm unicam hanc ob cauſam, quòd mihi eas ratio perſuaſiſſet.

Quod ſi artifices non ita citò poſſint executioni mandare inventionem in Dioptricâ explicatam, non credo ipſam idcirco culpari meritò poſſe. Magnâ enim dexteritate & exercitatione opus eſt, ad machinas quas deſcripſi faciendas, & ita ut nulla circumſtantia deſit adaptandas; nec minùs mirarer ſi primo experimento id ipſis ſuccederet, quàm ſi quis unâ die eximiè teſtudine canere addiſcere poſſet, eo ſolo quòd optimus canendi modus ipſi deſcriptus fuiſſet[a].

|Cæterum nolo hîc ſpeciatim quidquam dicere de progreſſibus, quos deinceps me in ſcientiis ſpero facturum, aut erga publicum ullo me devincire promiſſo, quod incertus ſim implere necne valeam. Sed tantummodo dicam, decreviſſe me quod ſupereſt vitæ tempus nullâ aliâ in re collocare, quàm in ejuſmodi naturæ notitiâ mihi comparandâ, è quâ in Medicinæ uſum certiores regulæ quàm hactenus extiterint, depromi poſſint; geniumque meum adeo ab omni alio propoſiti genere abhorrere, præſertim quod aliquibus prodeſſe non poſſit, niſi aliis noceat; ut ſi occaſione aliquâ ad id ſectandum adigerer, non credam me poſſe eximium quid in eo præſtare. Quod hîc apertè profiteor, etiamſi non ignorem profeſſionem hanc inutilem eſſe ad
70 mihi authoritatem aut exiſtimationem ali|quam comparandam; quam etiam adeo non affecto, ut me ſemper magis illis devinctum arbitraturus ſim, quorum favore otio meo abſque impedimento frui licebit, quàm iis qui mihi dignitates ampliſſimas offerrent.

a. Ici manque tout le passage ci-avant, p. 77, l. 24, à p. 78, l. 3, qu'il n'y avait pas lieu de traduire en effet.

DIOPTRICE

CAPUT PRIMUM.

De Lumine.

1. Totius vitæ noſtræ regimen à ſenſibus pendet, quorum cùm 71
viſus ſit nobiliſſimus & latiſſimè patens, non dubium eſt quin utiliſ-
ſima ſint inventa, quæ vim illius augere queunt. Et quidem difficile
eſt ullum excogitare quod magis juvet, quàm miranda illa ſpecilla
quæ, brevi tempore quo cognita ſunt, jam in cœlo nova ſidera & in
terrâ nova alia corpora, numeroſiora iis quæ antea viſa fuerant, de-
texere : adeo ut, promotâ luminis noſtri acie ultra terminos quibus
imaginatio majorum ſiſtebatur, viam ſimul nobis videantur aperuiſſe
ad majorem & magis abſolutam naturæ cognitionem. Sed hoc
inventum adeo utile & mirandum, non ſine aliquo ſcientiarum
noſtrarum opprobrio, | vagis experimentis & caſui fortuito debemus.
Ante annos circiter triginta, quidam Iacobus Metius vixit, Alcmariæ
(quæ civitas eſt Hollandiæ) natus, homo humaniorum artium prorſus
expers, licèt patrem & fratrem Matheſeos cultores habuerit ; hujus
ſumma voluptas erat ſpecula & vitra uſtoria formare, nonnulla
etiam hyeme componens ex glacie, quæ materies, experientiâ teſte,
non omnino ad id inepta eſt. Quum igitur hac occaſione multa,
eaque variæ formæ, vitra ad manum haberet, proſpero quodam
fato duo ſimul oculo objecit : quorum alterum medium paulò craſ-
ſius habebat quàm extremitates, alterum vice verſâ | extremitates 72
quàm medium multò tumidiores ; & adeo feliciter illa duabus tubi
extremitatibus applicuit, ut primum de quo loquimur teleſcopium
inde exſtiterit. Atque ad hujus unius normam omnia deinceps, quæ
in hunc uſque diem habuimus, elaborata ſunt ; neque adhuc, quod
ſciam, ullus extitit qui demonſtraverit ſufficienter quam figuram
hæc vitra exigant. Licèt enim exinde multa egregia ingenia fuerint,
quæ hanc materiam non parùm excoluere, atque eâ occaſione varia
in Opticis invenere præſtantiora iis quæ à majoribus habemus,

tamen quoniam operoſiora inventa raró ſimul ac nata ſunt ſummum perfectionis gradum adipiſcuntur, ſatis multæ difficultates hîc relictæ ſunt, ut ſcribendi materiam mihi ſuppeditent. Et quoniam conſtructio eorum, de quibus loquar, à dexteritate & induſtriâ artificum pendet, qui literis ut plurimum non vacarunt, conabor efficere | ut quivis facilè capiat quæ dicam, nihilque reticebo nec ſupponam quod petendum ſit ex aliâ diſciplinâ. Quapropter exordiar à lucis ejuſque radiorum explicatione ; poſtea, partibus oculi breviter deſcriptis, quâ ratione viſio fiat accurate exponam ; tandemque, notatis iis omnibus quæ ad illam perficiendam licet optare, quibus artificiis ea ipſa poſſint præſtari docebo.

2. Hîc autem de luce, vel lumine, loquendi cùm aliam cauſam non habeam, quàm ut explicem quo pacto ejus radii oculos intrent & occurſu variorum corporum flecti poſſint, non neceſſe erit inquirere quænam genuina ſit ejus natura ; ſed duas aut tres comparationes hîc afferam, quas ſufficere arbitror ut juvent ad illam concipiendam eo modo qui omnium commodiſſimus eſt, ad ejus
73 pro|prietates, quas jam experientia docuit, explicandas, & ex conſequenti etiam ad alias omnes, quæ non ita facilè uſu notantur, detegendas. Non aliter quàm in Aſtronomiâ ex hypotheſibus etiam falſis & incertis, modò iis omnibus quæ in cœlo obſervantur accurate congruant, multæ concluſiones, circa ea quæ non obſervata ſunt, veriſſimæ & certiſſimæ deduci ſolent.

Nemo noſtrûm eſt cui non evenerit aliquando ambulanti noctu ſine funali, per loca aſpera & impedita, ut baculo uſus ſit ad regenda veſtigia ; & tunc notare potuimus, | per baculum intermedium nos diverſa corpora ſentire quæ circumcirca occurrebant ; itidem nos dignoſcere num adeſſet arbor vel lapis, vel arena, vel aqua, vel herba, vel lutum, vel ſimile quiddam. Fatendum quidem hoc ſentiendi genus obſcurum & ſatis confuſum eſſe in iis qui non longo uſu edocti ſunt ; ſed conſideremus illud in iis qui, cùm cæci nati ſint, toto vitæ tempore debuerunt eo uti, & adeo perfectum conſummatumque inveniemus, ut dicere poſſimus illos quodammodo manibus cernere, aut ſcipionem tanquam ſexti cujuſpiam ſenſûs organum iis datum ad defectum viſûs ſupplendum.

3. Nunc itaque, ad comparationem inſtituendam, cogitemus lumen in corpore luminoſo nihil eſſe præter motum quemdam, aut actionem promptam & vividam, quæ per aërem & alia corpora pellucida interjecta verſûs oculos pergit, eodem plane modo quo motus aut reſiſtentia corporum, quæ hic cæcus offendit, per interpoſitum ſcipionem ad manum ejus tendit. Statimque ex hoc mirari deſine-

mus, lumen illud à ſummo Sole nullâ morâ interpoſitâ radios ſuos in nos effundere; novimus enim illam | actionem, quâ alterum ba- 74
culi extremum movetur, ſimiliter nullâ interpoſitâ morâ ad alterum tranſire, & eodem modo ituram, licet majori intervallo diſtarent illius baculi extrema, quàm à cœli vertice terra abeſt.

4. Neque magis videbitur mirum, illius ope tantam colorum varietatem apparere; & præterea | forſan credemus nihil eſſe hos colores in corpore colorato, niſi diverſos modos quibus hoc illos recipit & remittit ad oculos, ſi conſideremus differentiam illam, quam cæcus in arbore, aquâ, lapide & ſimilibus deprehendit interjecto ſcipione, non minorem illi videri quàm nobis hæc quæ in rubro, flavo, viridi & cunctis aliis coloribus; & interim tamen illas differentias in nullo corpore quidquam eſſe præter varias rationes movendi aut reſiſtendi motibus illius baculi.

5. Unde etiam naſcetur occaſio judicandi, non neceſſarium eſſe ſupponere, materiale quidquam ex objectis ad oculos noſtros manare, ut lumen & colores videamus, neque quidquam in iſtis objectis eſſe quod ſimile ſit ideis quas de iis mente formamus : quemadmodum nihil ex corporibus, quæ cæco occurrunt, per baculum ad manum illius fluit, conſtatque motum aut reſiſtentiam horum corporum, quæ ſola percepti ſenſûs cauſa eſt, nihil ſimile habere ideis quas inde animo apprehendit. Et hâc ratione mentem habebimus liberam ab omnibus illis exiguis ſimulacris per aërem volitantibus, quæ *ſpecies intentionales* Philoſophi, mirum in modum iis divexati, nominarunt. Facili etiam negotio controverſiam decidere poterimus, quæ agitatur ſuper loco unde actio prodit ſenſum viſionis efficiens : ut enim cæcus noſter corpora, quæ circumcirca offendit, || non | tantummodo per actionem illorum (cùm ſcilicet ipſa 75
moventur) ſentit, ſed etiam per ſolum motum dexteræ ſuæ, cùm illa tantummodo reſiſtunt, ita concedendum eſt, viſûs objecta poſſe percipi, non tantummodo actionis vi quæ ex iis emanans ad oculos noſtros diffunditur, ſed etiam vi illius quæ, oculis innata, ad illa pergit.

6. Verumtamen, quoniam hæc actio nil niſi lumen eſt, notandum neminem præter eos, qui per tenebras inſtar felium cernunt, ſaltem ſi qui ſint, illam in oculis ſuis habere; & maximam hominum partem tantummodo per eam actionem videre quæ ab objectis venit : uſus namque docet hæc objecta aut luminoſa aut illuminata eſſe debere ut videantur, non oculos noſtros ut videant. Sed, quoniam inter baculum hujus cæci & aërem aut alia corpora pellucida, quibus interjectis cernimus, non leve diſcrimen eſt, alia inſuper comparatio eſt hîc in medium proferenda.

7. Contemplemur vindemiæ tempore uvis calcatis refertum la-
cum, cujus fundus foramine uno aut altero pertuſus ſit, ut A, B,
ex quibus profluat muſtum quod continet. Ubi quidem particulæ
vini quæ hærent ex. gr. circa C, eodem momento ſimul ac fora-
men A patuerit, rectà deſcenſum ad illud affectant, & ſimul ad
foramen B ; eodemque tempore quæ circa D & E per hæc ipſa duo
76 foramina deſcendere properant : ita ta|men ut nulla harum actio-
num alteram impediat, & ne ipſi quidem ramuſculi immixtorum ſca-
porum reſiſtant, licèt hi ſe invicem ſuffulti non deſcendant per eadem
foramina A & B, & inſuper interea variis modis moveantur ab iis
qui uvas calcant. Deinde cogitemus, cùm, conſenſu Philoſophorum
fere unanimi, vacuum in rerum naturâ non detur, & tamen omnia
| corpora, vel experientià teſte, plurimis poris pervia hient, neceſ-
ſariò hos meatus materià quâdam repletos eſſe perquam ſubtili &
fluidâ, quæ ſerie non interruptâ ab aſtris ad nos extenſa ſit. Quæ
materia ſi vino hujus lacûs comparetur, & partes, minus fluidæ ſeu
craſſiores, aëris aut aliorum corporum pellucidorum, ſcapis qui
immixti ſunt; facillime intelligemus, omnes particulas materiæ ſub-
tilis, quas Sol nobis adverſus tangit, rectâ lineâ ad oculos noſtros
tendere, eodem quo pateſcunt momento, non impedientibus aliis
alias, neque obſtantibus craſſioribus particulis pellucidorum corpo-
rum interjectis : ſive diverſà ratione moveantur, ut aër qui fere con-
tinuò ventis agitatur ; ſive ſine motu ſint, quemadmodum vitrum
| aut cryſtallus. Tum etiam notandum eſſe diſcrimen inter motum
& propenſionem ad motum. Nam facilè concipimus animo, parti-
culas vini, quæ hærent ex. gr. circa C, ſimul ad B & A tendere,
cùm interim revera ad utrumque eodem tempore moveri nequeant ;
77 & illas exacte in | lineâ rectâ B & A verſùs pergere, licèt non
ſemper adeo accurate rectâ eò verſùs moveantur, obſtantibus ſcapis
interjectis.

8. Poſtquam itaque intelleximus, non eſſe tam motum quàm actionem, ſive propenſionem ad motum in corpore luminoſo, id quod lucem illius nominamus, facilè colligere poſſumus, radios hujus lucis nihil eſſe præter lineas ſecundum quas hæc actio tendit. Ita, ut infiniti ſint hujuſmodi radii qui ex ſingulis punctis corporis luminoſi ad ſingula illius quod illuminant diffunduntur ; eodem prorſus modo quo concipere poſſumus innumeras rectas lineas, juxta quas actiones ex ſingulis punctis ſuperficiei vini, C, D, E, tendunt verſùs A, & alias præterea innumeras, juxta quas actiones, ex iiſdem punctis manantes, quoque feruntur ad B, non impediente alteram alterâ.

Porro hi radii ſemper quidem exquiſite recti concipi debent, quotieſcunque nonniſi unum corpus pellucidum permeant, quod ubivis uniforme ſit ; at verò, quoties alia quædam corpora offendunt, facilè detorquentur aut debilitantur, non ſecus ac motus pilæ, aut lapidis in | aërem miſſi, per ea quæ occurrunt. Quippe haud difficulter credi poteſt, actionem aut propenſionem ad motum (quam jam dixi pro lumine habendam) iiſdem legibus cum ipſo motu obnoxiam eſſe. Atque ut ſatis accurate hanc tertiam comparationem exſequamur, conſideremus, illa corpora quæ pila de manu jacta offendere poteſt, aut mollia aut dura aut liquida eſſe. Si mollia, qualia ſunt lintea, arena, lutum, omnino ſupprimunt & ſiſtunt illius motum; ſi dura, ſine morâ aliorſum reverberant; idque non unâ
ratione. Nam ſuperficies illorum vel lævis & æqua eſt, vel | ſcabra 78
& aſpera; rurſum, quæ lævis, vel plana vel curvata : quæ aſpera, ſcabredinem ducit, vel a diverſimode curvatis partibus quibus conſtat, quarum ſingulæ tamen ipſæ ſatis læves ſunt, vel præterea à variis angulis ſeu punctis, vel ab hujuſmodi partibus quæ mollitie & duritie diſcrepant, vel ab earumdem motu, qui mille modis variari poteſt. Et notandum, pilam, extra motum ſuum ſimplicem illum ac regularem quo de loco ad locum fertur, inſuper ſecundi cujuſdam capacem eſſe, quo ſcilicet circa centrum rotatur; itidem, celeritatem motûs hujus poſterioris diverſas poſſe habere proportiones ad velocitatem illius prioris. Itaque, cùm aliquot pilæ ab eâdem parte profectæ ſuperficiem corporis alicujus lævem offendunt, æqualiter & eodem | ordine reſiliunt, adeo ut, ſi ſuperficies exacte plana ſit, eandem inter ſe diſtantiam ſervent quâ ante occurſum ſejungebantur; aſt ſi promineat ſuperficies illa vel retrocedat, pilæ quoque pro ratione illius curvaturæ vel recedunt ab invicem vel appropinquant. Ut hîc videmus pilas A, B, C, quæ illiſæ ſuperficiei corporum D, E, F, reſiliunt ad G, H, I. At ſi incurrant in
ſuperficiem aſperam, quales ſunt L, M, huc illuc repercuſſæ ſe|run- 79
tur, ſingulæ pro ſitu loci illius quem in ſuperficie tetigere. Atque extra hoc nihil in motûs ſui ratione mutant, quoties aſperitas illius nonniſi ex diverſimode inflexis partibus ſurgit. Sed illa etiam ex multis aliis cauſis oriri poteſt, & hâc ratione efficere ut pilæ, quæ modò ſimplici & recto motu ferebantur, parte motûs iſtius recti amiſſâ, circularem illius loco recipiant, cujus variæ poſſunt eſſe proportiones ad reſiduum recti ejuſdem motûs, pro vario ſitu ſuperficiei cui obviant. Atque hoc qui | pilæ luſu delectantur abunde obſervant, cùm nimirum illa impulſa pavimentum inæquale contingit aut obliquo reticulo vibratur. Demum etiam conſideremus, pilam impul-

ſam, quoties obliquo itinere in ſuperficiem corporis liquidi incurrit, quam magis aut minus facilè penetrat quàm illud unde proceſſit, eam ſubeundo à rectâ viâ divertire, curſumque ſuum mutare : ut ſi, ex. gr., exiſtentes in aëre juxta punctum A illam B verſùs vibremus, recto quidem impetu ab A defertur ad B, niſi vel pondere, vel aliâ quâdam cauſâ, detorqueatur ; huc verò (ubi aquæ C B E ſuperficiem pono) poſtquam pervenit, factâ declinatione, iterum per lineam rectam I verſùs tendit, quemadmodum ipſa etiam experientia docet.

80 9. Cogitemus itaque eâdem ratione corpora dari, quæ, | dum luminis radiis percutiuntur, eoſdem ſuffocant & omne illorum robur frangunt : & hæc ſunt quæ nigra nominamus, nullum niſi communem cum tenebris colorem habentia. Dari etiam quæ reverberant, & quidem alia eodem quo recipiunt ordine : hæc ſcilicet quorum ſuperficies nitide polita uſum ſpeculorum tam planorum quàm curvatorum præſtare poteſt. Alia quæ confuſe huc & illuc ; & rurſum | in iis alia hos radios repercutere, actione illâ per nullam mutationem violatâ : hæc nempe quæ alba dicimus : alia verò mutationem inducere ſimilem illi quam recipit motus pilæ obliquo reticulo præſtrictæ : & hæc ſunt rubra, flava, cærulea, vel alio ejuſmodi colore inſignia. Equidem ego me poſſe explicare arbitror & experientiâ duce demonſtrare in quo natura colorum conſiſtit ; ſed idipſum terminos hujus argumenti excedit.

10. Et ſufficit hoc loco nos monere, radios qui in corpora colorata, ſed non polita cadunt, quaquaverſum ſemper reſilire, licèt ab unâ duntaxat parte progreſſos : ut, quamvis ii qui incidunt in ſuperficiem corporis albi A B, non veniant niſi à funali C, tamen alii aliò ita detorquentur ut, ubicunque poſueris oculum, velut ex. gr. juxta D, plurimi ſemper radii occurrant ex ſingulis plagis hujus ſuperficiei A B. Et inſuper, ſi ſuppoſueris hoc corpus perquam ſubtile & tenue eſſe, chartæ inſtar aut lintei, ut lumini pervium pateat, licèt oculus ad averſam funalis partem admoveatur, ut ad E, aliqui
81 tamen radii ab ſin|gulis hujus corporis particulis ad illum reſilient. Denique etiam cogitemus, eâdem ratione radios detorqueri quâ pilam diximus, cùm oblique in ſuperficiem corporis | liquidi diffunduntur, quod magis aut minus facilè penetrant quàm illud per quod ante manarunt : & hic ſe inflectendi modus Refractio in iis dicitur.

CAPUT SECUNDUM.

De Refractione.

1. Quandoquidem deinceps neceſſarium erit quantitatem hujus
refractionis exacte noſſe, & illa redditur intellectu facilior per com-
parationem quâ uſi ſumus, non alienum fore autumo explicationem
ejus hîc aggredi, & quædam de reflexione præmittere, quò faci-
lior cognitio illius ſit. Cogitemus itaque pilam ab A, B verſùs
actam, contingere in puncto B ſuperficiem terræ CBE, quæ ejus
progreſſui reſiſtens illam retrocedere cogit; ſed videamus in quam
partem. Ne autem novis difficultatibus implicemur, fingamus ter-
ram exacte planam duramque eſſe; pilam etiam ſive deſcendat, ſive
aſcendat, eâdem velocitate ferri : parum curantes | quâ vi agatur
ceſſante reticuli impetu, neglecto quoque omni effectu magnitudi-
nis, ponderis & figuræ. Iſthæc enim attendere ſupervacuum fuerit,
cùm nihil eo|rum locum habeat in luminis actione, ad quam omnia 82
hîc referri debent. Tantummodo notandum vim illam, quæcunque
demum ſit, quæ motum noſtræ pilæ producit, plane diverſam
ab eâ eſſe quâ determinatur ut potius huc quàm illuc tendat : ut
perſpicue palam eſt, reticuli impetum eſſe qui pilam movet, ſed
eundem potuiſſe ipſam verſùs alias partes movere eâdem facilitate
quâ verſùs B; cùm contrà reticuli ſitus ſit, qui illam ita diſponit ut
feratur ad B, & qui potuiſſet eodem modo diſponere, licèt per aliam
vim fuiſſet expulſa. Unde jam liquet fieri poſſe ut hæc pila per
terræ occurſum detorqueatur, mutatâ ſcilicet diſpoſitione quâ incli-
nabat ad B, permanente interea vi ſui motûs, cùm nihil commune
habeant.

2. Hinc etiam planum, minime credendum eſſe, neceſſariò pilam
aliquo momento hærere in puncto B, priuſquam digrediatur ad F,
juxta quorumdam Philoſophorum opinionem : nam, interrupto
hoc motu exiguâ tantummodo morâ, nulla exſtaret cauſa quâ in-
citante vires reſumere poſſet. Obſervandum præterea, | quemad-
modum motus & in univerſum omnia genera quantitatum, ita etiam
hanc pilæ determinationem poſſe dividi in omnes partes quibus
illam conſtare imaginamur; & manifeſtum eſt attendenti, hanc quâ
pila deſcendit ab A ad B, mixtam ex duabus aliis concipi poſſe,
quarum altera illam premit ab AF ad CE, altera eo | dem tempore 83
à ſiniſtrâ AC dextrorſum propellit ad FE, ita ut hæ duæ junctæ

illam deducant ad punctum B ſecundum rectam AB. Inde obvium quoque eſt, obſtantem terræ molem unam tantùm harum diſpoſitionum impedire poſſe, alteram nullo modo. Sic poteſt quidem auferre eam quâ ruebat pila ab AF ad CE, cùm ſpatium ſubjectum totum occupet; ſed quâ ratione reſiſteret alteri quâ dextrorſum ferebatur, cui hoc reſpectu nullatenus oppoſita eſt?

3. Ut accurate igitur inquiramus ad quam partem pila illiſa debeat reſilire, deſcribamus circulum ex centro B, qui tranſeat per punctum A, & dicamus, ſpatio temporis eodem quo progreſſa eſt ab A ad B, neceſſariò illam à B ad aliquod punctum hujus circuli circumferentiæ reverti debere : nam omnia puncta, quæ eodem intervallo diſtant à B quo diſtat A, in hâc circumferentiâ occurrunt; & | pilæ motum jam ſuprà æque velocem finximus. Tandem, ad deſignandum ipſum punctum quod ex omnibus hujus circumferentiæ tangere debet, erigamus ad normam tres rectas AC, HB & FE ſupra CE, hâc ratione ut nec majus nec minus ſpatium interjaceat AC & HB quàm HB & FE : deinde dicamus, idem tempus quod pilam dextrorſum porrexit ab A, uno punctorum lineæ AC, uſque ad B, unum ex punctis lineæ HB, illam reſilientem ab HB ſiſtere debere in aliquo puncto lineæ FE : nam ſingula puncta hujus lineæ FE eâdem diſtantiâ hoc reſpectu ab HB remota ſunt, & eâdem quâ ſingula lineæ AC; & ex priori diſpoſitione tantumdem eò inclinat quantum anteà. Jam eodem momento aliquod punctum lineæ FE, & ſimul aliquod circumferentiæ AFD, contingere nequit niſi in puncto D vel F : nam
84 extra hæc duo nullibi mutuò ſecantur; terrâ | autem obſtante, ad D progredi non poteſt; ſequitur itaque illam neceſſariò tendere debere ad F. Et ſic manifeſtum eſt quâ ratione reflexio fiat, ſcilicet ſemper ad angulum æqualem illi quem vulgò incidentiæ nominant. Ut, ſi radius ex puncto A emanet in B ſuperficiem ſpeculi plani CBE, reſilit ad F, ita ut reflexionis angulus FBE neque cedat neque exſuperet magnitudine alterum illum incidentiæ ABC.

4. Hinc progrediamur ad refractionem, & primò | fingamus, pilam ab A ad B expulſam offendere, non terram, ſed linteum CBE, tam tenue ut illud facillime forare & impetu ſuo perrumpere poſſit, amiſſâ tantùm velocitatis ſuæ parte, ex. gr. dimidiâ. Quo poſito, ut cognoſcamus quam viam inſiſtere debeat, conſideremus denuo, motum illius non eundem eſſe cum diſpoſitione quâ potius huc quàm illuc fertur; unde ſequitur ſingulorum quantitates ſeparatim examinandas. Conſideremus itidem, ex duabus partibus quibus hanc diſpoſitionem conſtare ſcimus, alteram tantùm per lintei occurſum

mutari poſſe, hanc ſcilicet quæ deorſum pilam agebat; illa verò, quâ
dextrorſum ferebatur, conſtans & inviolata manebit, nam linteum
expanſum hoc reſpectu nullo modo illi oppoſitum eſt. Deinde, ducto
circulo AFD ex centro B, & | impoſitis CBE ad perpendiculum tri- 85
bus lineis rectis AC, HB, FE, hâc ratione ut ſpatium interjacens
FE & HB, duplum illius ſit quod eſt inter HB & AC, videbimus
hanc pilam ituram ad punctum I. Quum enim, perrumpendo lin-
teum CBE, dimidiam ſuæ velocitatis partem amittat, duplum |
temporis ei impendendum eſt ut infrà ex B ad aliquod punctum cir-
cumferentiæ AFD pertingat, ejus quod inſumpſit ſuperne ut acce-
deret ab A ad B. Et quum nihil ex diſpoſitione, quâ dextrorſum
ferebatur, intereat, in duplo iſtius temporis quo à lineâ AB devenit
ad HB, duplum ejuſdem itineris in eandem partem conficere debet,
& conſequenter accedere ad aliquod punctum rectæ FE, eodem
momento quo accedit ad aliquod circumferentiæ circuli AFD.
Quod factu impoſſibile foret, niſi progrederetur ad I, nam in unico
illo puncto recta FE & circulus AFD ſeſe invicem ſecant.

5. Fingamas jam pilam, D verſùs ab A expulſam, offendere in
puncto B, non illud linteum, ſed aquam, cujus ſuperficies CBE ex-
quiſite dimidiam velocitatis partem retundat, ut linteum paulo antea.
Reliquis omnibus quemadmodum ſuprà poſitis, videmus pilam à B
rectà tendere debere non ad D, ſed ad I. Primò etenim certum eſt,
ſuperficiem aquæ eò verſùs illam detorquere eodem modo quo
linteum, quum eodem modo illi oppoſita ſit, & tantumdem illius
roboris infringat. Corpus autem aquæ quod attinet, quo totum
ſpatium à B ad I repletum eſt, licèt magis | aut minus reſiſtat quàm
aër ſuprà ibidem locatus, non tamen ſequitur illud pilam magis aut
minus detorquere; nam, eâdem facilitate ubivis dehiſcens, non | 86
majori operâ hac quàm illac tranſitum permittit, ſaltem ſi (quod
ubivis fecimus) fingamus nec levitatem nec pondus nec figuram nec
magnitudinem pilæ, nec aliam ſimilem externam cauſam, curſum
quem tenet immutare.

6. Et quidem hîc notari poteſt, tantò magis illam detorqueri per
ſuperficiem aquæ aut lintei, quò magis oblique in eam impingit,
adeo ut, ſi ad angulos rectos dirigatur, velut impulſa ab H ad B,
ulterius in lineâ rectâ ſine ullâ declinatione progrediatur ad g. Sed,
ſi agatur ſecundùm lineam qualis eſt AB, quæ vel ſuperficiei aquæ
vel lintei CBE tam oblique incumbat ut linea FE, ducta quem
admodum ſuprà circulum AD ſecare non poſſit, illam minime
penetrabit, ſed à ſuperficie B reſiliet in aërem L, eodem plane
modo ac ſi in terram incurriſſet. Quod nonnulli cum dolore experti

ſunt, quoniam, animi gratiâ, exploſis in alveum rivi ex murali machinâ globis, obambulantes in adverſâ fluminis ripâ vulnerarunt.

Sed aliam præterea ſuppoſitionem hîc aſſumamus : fingamus pilam, actam ab A ad B, denuo inde impelli | reticulo CBE quod vim ejus motûs augeat, ex. gr. unâ tertiâ parte, ut ita enim duobus momentis tantumdem ſpatii conficere queat, quantum antea confecit tribus. Hoc idem erit ac ſi offenderet in B puncto ejuſcemodi corpus, cujus ſuperficiem unâ tertiâ facilius quàm aërem permea-
87 |ret. Et ex iis quæ demonſtravimus ſequitur manifeſte, ſi deſcribatur, ut ſuprà, circulus AD & rectæ AC, HB, FE, hâc ratione ut diſtantia inter FE & HB unâ tertiâ minor ſit quàm illa quæ inter HB & AC, punctum I, in quo recta FE & circularis AFD ſeſe mutuo ſecant, deſignaturum illum locum quem pila petet digreſſa à puncto B.

Quæ concluſio etiam inverti poteſt, dicique pilam venientem ſecundùm lineam rectam ab A ad B, in hoc autem puncto à recto itinere divertentem, tendentemque inde ad I, indicio eſſe, vim quâ intrat corpus CBI talem eſſe ad illam quâ erumpit ex corpore ACBE qualis diſtantia quæ inter AC & HB ad illam quæ inter HB & FI, hoc eſt qualis linea CB ad BE.

7. Tandem verò, quoniam lucis actio ſequitur hâc in re eaſdem leges quas pilæ motus, dicendum : quoties radii illius obliquo motu ex pellucido corpore in aliud transferuntur, quod magis aut minus facile illos admittit quàm primum, ibi | ita detorqueri ut ſemper minus inclinent in ſuperficie quæ his corporibus eſt communis, eâ parte in quâ eſt illud corpus quod eas facilius recipit, quàm eâ in quâ alterum poſitum eſt : idque exacte eâ proportione, quâ faciliùs prius quàm poſterius illos recipit. Notandum autem hanc inclinationem metiendam eſſe per quantitatem rectarum BC vel AH, & EB vel IG, aut ſimilium inter ſe collatarum; non
88 verò per quantitatem | angulorum quales ſunt ABH aut GBI, & multo minus per illam ſimilium DBI, qui refractionis anguli dicuntur. Nam proportio horum angulorum ad ſingulos inclinationum gradus mutatur; illa verò linearum AH & IG, vel ſimilium, eadem manet in omni refractione quæ ab eodem corpore venit. Ut, ex. gr., ſi radius aërem permeans ab A ad B, tactâ in puncto B ſuperficie vitri CBE, digrediatur ad I in hoc vitro; veniat deinde alius à K ad B qui decedat ad L; tertius præterea à P ad R qui abeat ad S; eadem ratio linearum KM & LN, aut QP & ST, eſſe debet ad invicem, quæ eſt linearum AH & IG, non

autem eadem angulorum KBM & LBN, aut PRQ & SRT, quæ ABH ad IBG.

8. Ita jam cognovimus quâ ratione | refractiones dimetiendæ ſint; ſed inſuper, ut omnino determinentur illarum quantitates, neceſſarium eſt ad experimenta deſcendere, quum proveniant ex particulari corporum conſtitutione in quibus fiunt; his autem ita ad eandem menſuram reductis, facillime & certiſſime talia experimenta ſumi poſſunt. Nam ſufficit in unum radium inquirere qui probe cognitus reliquos omnes ejuſdem ſuperficiei prodet; nullumque errandi periculum adeſt, ſi præterea in aliis quibuſdam examinetur. Ut, ſi velimus noſſe quantitatem refractionum quæ fiunt in ſuperficie CBE ſeparante aë|rem AKP à vitro LIS, ſufficit exami- 89
nare illam radii ABI, quærendo ſcilicet rationem lineæ AH ad IG. Sed, ſi deinde errores vereamur, idem in aliquibus aliis fieri debet, ut in KBL aut PRS, & deprehenſâ eâdem proportione inter KM & LN, item inter PQ & ST, quàm inter AH & IG, nulla de veritate rei dubitandi occaſio relicta erit.

9. Sed mirum forſan videbitur, hæc experimenta facientibus, in ſuperficiem ubi refractio evenit, magis inclinari luminis radios, aërem permeantes, quàm aquam, & adhuc magis aquam quàm vitrum, contrà omnino quàm pila, quæ magis à parte aëris quàm à parte aquæ in ſuperficiem interjectam inclinatur, | & nullo modo in vitrum penetrat. Occurrat ex. gr. pila expulſa in aërem ab A ad B in puncto B ſuperficiei aquæ CBE, decedet inde ad V; aſt, ſi radius loco pilæ contingat B, digredietur ad I. Quod tamen non mirabimur, ſi in mentem venerint quæ ſuprà de naturâ luminis diximus, id ſcilicet motum quemdam eſſe ſive actionem receptam in materiâ ſubtiliſſimâ quæ aliorum corporum poros replet; ac præterea ſi conſideremus, pilæ plus agitationis ſuæ decedere, ſi incurrat in corpus molle quàm ſi in durum, illamque facilius per menſam nudam quàm per eandem tapeto inſtratam devolvi : nam eâdem ratione hujus materiæ ſubtilis actio magis impeditur ab aëris partibus quæ, molles & male nexæ, non ſatis firmiter reſiſtunt, quàm ab illis | aquæ, paulo validius obnitentibus, & magis adhuc 90
ab his quàm à partibus vitri aut cryſtalli. Sic, quanto firmiores & ſolidiores exiguæ partes corporis alicujus pellucidi ſunt, tanto facilius lumini tranſitum permittunt; neque enim, ut pila ſubiens aquam, ita & lumen, ut ſibi tranſitus pateat, quaſdam ex ejus partibus loco movet.

10. Jam verò, cùm ſciamus cauſam refractionum, quæ | fiunt in aquâ, vitro & pellucidis cunctis aliis corporibus circa nos undi-

quaque occurrentibus, obſervare debemus, refractiones ſemper ibi ſimiles, eſſe intrante radio & exeunte. Ut, ſi radius, progreſſus ab A ad B tranſeundo per aërem in vitrum, à B declinet ad I, ille qui reſiliet ab I ad B, itidem declinabit à B ad A. Interea tamen alia corpora exſtare queunt, præſertim in cœlo, ubi refractiones ex aliis cauſis ortæ non ita reciprocantur.

11. Atque etiam poteſt contingere ut radii incurventur, licèt unum tantummodo corpus pellucidum permeent, quemadmodum interdum pilæ motus incurveſcit, quoniam illa ſuo pondere horſum fertur, & aliorſum per vim quâ vibratur aut ob multas alias cauſas. Nam confidenter tres illas comparationes quibus uſi ſumus tam idoneas profiteri auſim, ut ſingula quæ in iis notantur, commode ad ſimilia quædam ad lumen pertinentia referri poſſint; nobis autem
91 illa tantùm explicare animus | fuit quæ præſenti argumento maxime inſerviunt.

12. Neque vos diutius hîc morabor, ubi monuero curvas ſuperficies corporum pellucidorum, radios per ſingula | puncta tranſeuntes eodem modo detorquere quo planæ, in iiſdem punctis illas contingentes, detorquerent. Sic ex. gr. refractio radiorum AB, AC, AD, qui venientes à lumine A incidunt in ſuperficium gibbam globi cryſtallini BCD, eodem modo conſiderari debent ac ſi AB incideret in ſuperficiem planam EBF, & AC in GHC, & AD in IDK, & ita alii. Unde patet hos radios diverſimode vel colligi vel diſpergi poſſe, prout à ſuperficiebus diverſimode curvatis excipiuntur. Sed jam tempus eſt delineationem ſtructuræ oculi ordiri, ut intelligamus quomodo radii illam ingreſſi diſponantur ad ſenſum viſionis efficiendum.

CAPUT TERTIUM.

De Oculo.

1. Si quâ arte poſſet oculus ita ſecari, | plano per mediam pupillam tranſeunte, ut nullus ex eo liquor effluceret, nec ulla pars loco moveretur, talis ejus ſectio appareret qualem hæc figura repræſentat.
92 | ABCD eſt membrana ſatis craſſa & dura, componens quoddam veluti vas, receptaculum omnium partium interiorum. DEF eſt membranula tenuior, intra priorem aulæi inſtar expanſa. ZH nervus, vulgò opticus dictus, ingenti numero parvorum capillamen-

torum compoſitus, quorum extrema per totum ſpatium GHI diffunduntur, ubi, innumeris exiguis venis atque arteriis mixta, ſpeciem quamdam carnis tenerrimæ componunt, quæ, tertiæ membranulæ inſtar, totum interius ſecundæ fundum tegit. K, L, M tres ſunt liquores valde pellucidi, totas has tuniculas diſtendentes, figurâ quâ ſingulos hîc delineatos videmus.

2. Et experientia me docuit, medium L, qui cryſtallinus humor dicitur, præterpropter eamdem refractionem producere quam vitrum aut cryſtallus, & duos reliquos paulo minorem, fere qualem aqua communis : unde fit ut faciliùs medius quàm reliqui duo, & adhuc faciliùs hi quàm aër luminis radios admittant. In priori membranâ pars BCB pellucida eſt, & magis gibba quàm reſiduum. In alterâ, ſuper|ficies interior partis EF, fundum oculi reſpiciens, tota obſcura & nigra eſt, habetque in medio anterioris partis rotundum foramen exiguum, foris reſpicientibus nigerrimum apparens, quod pupillam appellamus.

3. Non autem ſemper eâdem magnitudine patet hic hiatus; ſed EF, pars ſecundæ membranulæ in quâ eſt, liber|rime innatans 93
liquidiſſimo humori K, ſpeciem exigui muſculi habet, qui deducitur aut contrahitur, prout objecta quæ contuemur vel propius vel longius abſunt, vel magis aut minus illuminantur, vel prout magis aut minus curioſe illa contemplari animus eſt. Et fidem huic rei pueri oculus cuivis dubitanti aſtruere poterit : nam, ſi juſſeris ut vicinum aliquod objectum attente reſpiciat, videbis aliquanto arctius pupillam ejus contrahi quàm ſi aliud multo remotius & non majori luce illuſtratum ipſi reſpiciendum proponas. Et deinde, ſi feceris ut idem objectum in quod reſpicit, nunc minori nunc majori luce refulgeat, clauſis ſcilicet vel apertis feneſtris cubiculi in quo erit, animadvertes pupillam fieri eò anguſtiorem quò majori luce perſtringetur. Ac denique, ſi ad eamdem lucem idem corpus ex eodem loco ille puer inſpiciat, minori ambitu patebit ejus pupilla, dum conabitur accurate minutiſſimas illius partes agnoſcere, quàm dum, quaſi aliud agens, vagis oculis integrum apprehendet.

4. Et obſervandum, hunc motum voluntarium eſſe dicendum, licèt, ut plurimum, à nobis ignorantibus peragatur; neque enim ob hoc minus dependet aut minus ſequitur ex | voluntate quam habemus bene videndi : quemadmodum labiorum et linguæ motus, pronuntiationi inſerviens, voluntarius dicitur, quoniam loquendi voluntatem ſequitur, licèt ſæpiſſime ignoramus qualem ſingulæ literæ requirant.

5. EN, EN ſunt plurima filamenta nigra, undiquaque amplexa

94 humorem L, & orta ex membranâ ſecundâ, | inde ubi tertia terminatur; quæ ſpeciem perexiguorum tendinum præ ſe ferunt, & eorum ope hic humor, pro intentione quâ viſus noſter in res propinquas aut longe diſſitas fertur, mox in majorem gibbum curvatus, mox magis in planum porrectus, totam oculi figuram nonnihil immutat. Quod etiam experientiâ conſtat: nam, ſi intentius contemplanti turrim aut montem procul remotum, ſcriptum aliquod ante oculos prope apponatur, nullam literam niſi confuſe dignoſcere poterit, antequam eorum figura paululum fuerit immutata. Denique O, O ſunt ſex aut ſeptem muſculi extrinſecus oculo affixi, quorum ope quaquaverſum moveri poteſt, & forte etiam, preſſus aut revulſus, quoad figuram immutari. Plura circa hanc materiam notari ſolent, & anatomicorum libros augere, quæ de induſtriâ hîc omitto, quoniam jam dicta ſufficere arbitror ad explicandum quidquid facit ad noſtrum argumentum, & quia reliqua quæ ad hoc non juvarent, ab iis quæ juvare poſſunt animadvertendis cogitationes noſtras avo-
95 carent. ||

CAPUT QUARTUM.

De Senſibus in genere.

1. Cæterum his quædam de ſenſibus in genere ſubjungenda ſunt, ut felicius deinceps viſionis explicatio procedat. Omnibus jam conſtat animam eſſe quæ ſentit, non corpus: videmus enim, quoties illa, vel exſtaſi vel altâ contemplatione diſtracta, velut extra corpus ponitur, hoc totum torpidum ſine ſenſu ſtupere, quæcunque etiam objecta admoveantur. Nec magis obſcurum eſt, illam non proprie ſentire quatenus eſt in organis ſenſuum exteriorum, ſed quatenus in cerebro, ubi illam facultatem exercet quam nuncupant ſenſum communem; ſic vulnera & morbi quæ cerebrum lædunt, in univerſum omnes ſenſus tollunt, quum corpus interea nihilominus animatum ſit.

2. Scimus etiam illam impreſſionem quâ objecta partes corporis externas afficiunt, nonniſi per interpoſitos nervos uſque ad animam pervenire: nam varia ſunt affectuum genera quæ, licèt unico tantummodo nervo noxia ſint, omnem ſenſum illarum partium corporis tollunt, per quas male affecti nervi rami ſparguntur, integro interea ſenſu reliquarum.

3. Ut autem uberius cognoſcamus quâ ratione anima, in cerebro
reſidens, | per nervos interjectos impreſſionem corporum externorum
recipiat, tria in iis diſtinguenda occurrunt : primò, membranulæ
quibus involvuntur, ex cerebrum circumdantibus tunicis ortæ,
quæ, multis ramis | in modum tubulorum diffuſæ, aliæ aliò per to- 96
tum corpus ſparguntur eodem modo quo arteriæ & venæ; deinde,
ſubſtantia illorum interior quæ, in tenuiſſima quædam veluti capil-
lamenta diviſa, per tubulorum illorum longitudines à cerebro, unde
deſcendit, uſque ad membrorum extrema, quibus adhæret, porri-
gitur, adeo ut in ſingulis tubis multa hujuſmodi capillamenta non
dependentia ab invicem imaginari debeamus; poſtremò, ſpiritus
animales qui, inſtar venti aut aëris ſubtiliſſimi, ex ventriculis ſeu
cavis cerebri progreſſi, per eoſdem tubos ad muſculos evehuntur.

4. Fatentur quidem Medici & Anatomici, hæc tria in nervis re-
periri; uſum autem eorumdem à nemine bene diſtinctum novi.
Quum enim viderunt non tantùm ſenſui, ſed & motui membrorum,
nervos inſervire, & contingere interdum paralyſes quæ, ſenſu in-
tegro remanente, motum tollerent, modò duo eorum genera fece-
runt, quorum alterum ſoli motui, alterum ſolis ſenſibus aſſignarunt;
modò ſentiendi facultatem in membranulis collocarunt, & movendi
vim in ſubſtantiâ interiore : quibus cunctis tam | ratio quàm expe-
rientia reclamat. Quis enim nervum aliquem notavit unquam mo-
tui inſervientem, qui non ſimul alicui ſenſuum inſerviret? Et quo-
modo, ſi ex membranis dependeat ſenſus, diverſæ objectorum im-
preſſiones per eas in cerebrum penetrarent?

5. Evitandarum itaque harum difficultatum cauſâ, credendum eſt
ſpiritus per nervos in muſculos dilapſos, eorumque mox hunc mox
illum magis aut minus inflantes, prout largius aut parcius à cerebro
ſubminiſtrantur, motum omnium membrorum efficere; & capilla-
menta exi|gua, ex quibus interior nervorum ſubſtantia compo- 97
nitur, ſenſibus inſervire. Et quoniam hoc loco non neceſſarium de
motu loqui, nobis ſufficit advertere, exigua illa capillamenta, in-
flatis tubulis, ut diximus, & aſſiduo ſpirituum affluxu expanſis in-
cluſa, non collidi, neque ſibi invicem obſtare, atque ad extremitates
omnium membrorum porrigi, quæ aliquo modo ſentire poſſunt; adeo
ut, ſi leviſſime tantùm pars illorum impellatur cui adhæret aliquis
nervorum, eodem etiam momento illa cerebri pars movetur ex qua
nervus ille deſcendit, quemadmodum, ſi alterum extremum reſtis
diſtenſæ tangas, alterum etiam ipſo momento commovetur. Quum
autem hæc capillamenta tubulis ita circumdata procurrant, quos
ſpiritus ſemper paululum inflant & diſtendunt, nullo negotio intel-

ligimus, licèt eſſent multo tenuiora quàm bombyeum fila, & imbe-
cilliora | quàm aranearum, tamen à capite ad remotiſſima membra
ſine ullo ruptionis periculo deſcendere poſſe, neque diverſos mem-
brorum ſitus motum illorum impedire.

6. Obſervandum præterea, animam nullis imaginibus ab objectis
ad cerebrum miſſis egere ut ſentiat (contrà quàm communiter Philo-
ſophi noſtri ſtatuunt), aut, ad minimum, longe aliter illarum imagi-
num naturam concipiendam eſſe quâm vulgo fit. Quum enim circa
eas nil conſiderent præter ſimilitudinem earum cum objectis quæ
repreſentant, non poſſunt explicare quâ ratione ab objectis formari
queant, & recipi ab organis ſenſuum exteriorum, & demum nervis
ad cerebrum tranſvehi. Nec alia cauſa imagines iſtas fingere eos im-
pulit, niſi quod viderent mentem noſtram efficaciter picturâ excitari
98 ad ap|prehendendum objectum illud quod exhibet; ex hoc enim ju-
dicarunt illam eodem modo excitandam ad apprehendenda ea
quæ ſenſus movent, per exiguas quaſdam imagines in capite noſtro
delineatas; ſed nobis contrà eſt advertendum, multa præter
imagines eſſe quæ cogitationes excitant, ut ex. gr. verba &
ſigna, nullo modo ſimilia iis quæ ſignificant. Et licèt concedere
poſſimus (ut, quantum fieri poteſt, receptum opinionem ſequamur)
objecta quæ ſentimus vere in | cerebro noſtro adumbrari, ad mini-
mum notandum erit nunquam imaginem omnino ſimilem eſſe ob-
jecto quod repræſentat: nam aliàs nullum inter hoc & illam diſcri-
men foret: ſed rudem ſimilitudinem ſufficere, & ſæpe etiam per-
fectionem imaginum in hoc conſiſtere, ut non aſſimilentur quantùm
poſſent. Quemadmodum videmus icones illas quæ à typographis in
libris excuduntur, etſi nihil extra paulum atramenti chartæ huc illuc
ingeſtum habeant, ſylvas, urbes, homines, diſpoſitas acies & tem-
peſtates nobis repræſentare, & tamen ex innumeris qualitatibus
horum objectorum, quas cogitationi noſtræ exhibent, nullam eſſe
præter figuram, cujus revera ſimilitudinem referant; atque etiam
hanc ſimilitudinem valde eſſe imperfectam, cùm in ſuperficie planâ
corpora diverſimode ſurgentia aut ſubſidentia exhibeant, &, ſecun-
dùm regulas ſcenographiæ, melius ſæpe circulos repræſentent per
ellipſes quàm per alios circulos, & quadrata per rhombos quàm per
alia quadrata, & ita de cæteris: adeo ut ſæpius, ad abſolutam
imaginis perfectionem & adumbrationem objecti accuratam, diſſi-
99 militudo in imagine requiratur. |

7. Eodem igitur modo imagines in cerebro noſtro formatæ conſi-
derandæ ſunt, & notandum tantummodo quæri quâ ratione ani-
mam moveant ad percipiendas diverſas illas qualitates objectorum

e quibus manant, non autem quomodo ipſæ iis ſimiles ſint. Ut, |quum cæcus noſter varia corpora baculo ſuo impellit, certum eſt ea nullas imagines ad cerebrum illius mittere, ſed tantùm, diverſimode movendo baculum pro variis qualitatibus quæ in iis ſunt, eâdem operâ manûs etiam nervos diverſimode movere, & deinceps loca cerebri unde ii deſcendunt : cujus rei occaſione mens totidem diverſas qualitates in his corporibus dignoſcit, quot varietates deprehendit in eo motu qui ab iis in cerebro excitatur.

CAPUT QUINTUM.

De Imaginibus quæ formantur in fundo oculi.

1. Manifeſte itaque videmus non opus eſſe, ad ſentiendum, ut anima contempletur ullas imagines quæ reddant id ipſum quod ſentitur; ſed hoc interim non impedit quominus objecta quæ contuemur ſatis perfectas in oculi fundo repræſentent : ut ingenioſe à quibuſdam explicatum eſt per comparationem earum quæ in cubiculo apparent, ſi lumini inde excluſo nonniſi unicus aditus concedatur per exiguum foramen vitreâ | lente clauſum, & albo panno ad debitum intervallum radii ingreſſi excipiantur. Nam oculi vice hoc conclave fungi aiunt, foramen pupillæ, vitrum cryſtallini humoris
ſeu potius omnium illarum oculi partium quæ | refractionem ali- 101
quam efficiunt, & pannum, ejus tuniculæ interioris, retinæ dictæ, quam extremitates nervi optici componunt.

2. Omnia tamen magis explorata et certa erunt, ſi evulſum recèns defuncti hominis aut, ſi illius copia non ſit, bovis vel alterius magni alicujus animalis oculum ita ſecemus ut, ablatâ eâ parte trium ejus membranarum quæ cerebro obverſa eſt, ſatis magna pars humoris M appareat nuda, nec tamen iſte humor effundatur, ſed contineatur chartâ, ovi putamine, vel aliâ quâvis materiâ albâ & tam tenui ut, quamvis non ſit pellucida, omnem tamen luminis tranſitum non excludat; qualis hîc exhibetur verſùs T S R : huncque oculum foramini aſſeris ad id facti, quale eſt Z Z, ſic immittamus ut ejus pars anterior BCD reſpiciat aream varia objecta Sole illuſtrata, ut V, X, Y, ſuſtinentem; poſterior autem, ubi eſt corpus album RST, reſpiciat conclave interius P quod, totum tenebroſum, nullum lumen recipere debet, præter illud quod intrat per oculum cujus omnes partes à C ad S ſunt pellucidæ. Hoc enim ita parato, ſi reſpiciamus

in corpus album RST, non ſine voluptate & forſan etiam admiratione, picturam quamdam in eo videbimus, omnia objecta, extra cubiculum ad | V, X, Y poſita, ſcite ſatis imitantem : modò tamen omnia ſic adminiſtrentur, ut iſte oculus naturalem ſuam & | objectorum diſtantiæ debitam figuram quàm proxime retineat; nam, ſi paulo magis prematur quàm illa requirit, ſtatim confuſior imago apparebit.

3. Eſtque hîc obſervandum, paulo validius illum eſſe compri-
102 mendum, & figuram ejus reddendam oblongiorem, ſi | objecta appareant ex propinquo, quàm ſi magis removeantur. Sed hujus imaginis delineatio uberius explicanda eſt; nam eàdem operâ multa diſcemus quæ ad viſionem pertinent.

4. Primò igitur advertamus, ex ſingulis punctis objectorum V, X, Y tot radios penetrantes ad corpus album R S T in oculum manare, quot pupillæ hiatus recipere poteſt, & omnes, ex eodem puncto digreſſos, permeando ſuperficies BCD, 123 & 456, eâ ratione incurvari ut iterum præterpropter in eodem puncto concurrere poſſint, ſecundùm ea quæ tam de refractionum quàm de trium humorum K, L, M naturâ diximus. Et quidem, ut imago, de quâ hîc agimus, omnibus numeris abſoluta ſit, ea trium harum ſuperficierum figura requiritur, quæ omnes radios ex eodem puncto delapſos, quantùm fieri poteſt, in eodem puncto corporis albi R S T recolligat. Ut hîc videmus radios venientes ex puncto X congregari omnes in puncto S; ex V in R; & ex Y in T. Et præterea nullum radium venire ad S niſi ex puncto X; nec | ullum fere ad R niſi ex puncto V, nec ad T niſi ex puncto Y; & ita de reliquis.

5. Quibus animadverſis, ſi recordemur eorum quæ generatim ſuprà audivimus de coloribus & lumine, atque etiam in particulari de corporibus albis, facilè intelligemus quam ob cauſam, incluſi cubiculo P & oculorum aciem in corpus album R S T dirigentes, effigiem objectorum V, X, Y ibi videamus. Nam primò certum eſt, lumen (hoc eſt actionem quâ Sol, aut aliud corpus luminoſum, materiam quamdam ſubtiliſſimam, quæ in omnibus pellucidis corporibus re-
104 peritur, propellit), miſſum ad | R ab objecto V, quod rubrum ex. gr. fingamus (id eſt, ita diſpoſitum ut ejus occaſione hujus materiæ ſubtilis particulæ, præter motum rectum, aſſumant etiam circularem circa proprium centrum, inter quem & rectum ea proportio ſit quæ requiritur ad ſenſum rubri coloris efficiendum), cùm corpori albo in R occurrat (id eſt, ejuſcemodi corpori ut quaquaverſum materiam iſtam ſubtilem, modo quo movetur non mutato, repellat), inde ad oculos noſtros reſilire per poros hujus corporis, quod in

eam rem tenue & lumini non plane impervium admovimus, & ita efficere ut punctum R rubri coloris videatur. Eodemque modo lumen rectum ad S ab objecto X, quod luteum esse suppono, & ad T ab Y, quod suppono cæruleum, & inde ad oculos nostros provectum, S luteo & T cæruleo colore tinctum debet exhibere. Et sic tria puncta R, S, T, cùm | eundem inter se ordinem eundemque colorem retineant quem tria altera V, X, Y, iis exacte | similia sunt.

6. Hujus autem picturæ perfectio ex tribus maxime dependet : nempe ex eo quod per hiatum pupillæ pluris radii à singulis corporum punctis intrent, quemadmodum hîc XB14S, XC25S, XD36S, & quotquot præterea inter eos possumus imaginari, eò veniunt ex solo puncto X; deinde, ex eo quod hi radii sic in oculo refringantur ut, ex diversis punctis digressi, præterpropter in totidem aliis corporis albi RST reddantur; postremò, ex eo quod, cùm capillamenta exigua EN, & superficies interior membranulæ EF, sint nigra, itemque cubiculum P sit omni ex parte clausum & obscurum, nullum aliunde lumen eò accedat, quod actionem radiorum promanan | tium ab objectis V, X, Y turbare possit. Nam, si ea pupillæ 106
angustia foret ut unos solummodo radios ex singulis objecti punctis acciperet atque remitteret ad singula puncta corporis RST, non satis virium in iis esset ut inde in cubiculum P ad oculum nostrum deferrentur. Pupillâ verò laxiore existente, siquidem nulla in oculo refractio fieret, radii à singulis punctis objecti eò venientes per totum spatium RST spargerentur, adeo ut, ex. gr., tria puncta V, X, Y tres radios mitterent ad R, qui, unà inde ad oculum nostrum resilientes, punctum illud R mixto quodam colore ex flavo, rubro & cæruleo exhiberent, atque simile punctis S & T ad quæ itidem puncta V, X, Y singulos radios mitterent.

7. Idem quoque propemodum eveniret, si refractio, quæ fit in oculo, major aut minor foret quàm | magnitudo illius requirit; major enim radios emanantes ab X, antequam progrediantur ad S, colligeret, velut in puncto M; contrà verò, minor nonnisi illud prætervectos cogeret, ex. gr. versùs P, atque ita tangerent corpus album RST in plurimis punctis, ad quæ eodem modo alii radii ex aliis objecti partibus ferrentur. Postremò, nisi corpora EN, EF nigra forent, hoc est ita comparata ut lumen exceptum non remittant, sed extinguant, radii à corpore albo RST eò reflexi inde reverti possent, qui venirent à T versùs S & R, qui ab R versùs T & S, & qui ab S versùs R & T; & hoc modo alter alterius actionem turbaret : quod etiam facerent radii resilientes ex cubiculo ad RST, si alio lumine illustraretur quàm illo quod objecta V, X, Y eò mittunt.

108 8. Sed, cognitis iis quæ ad hujus picturæ perfectionem | conferunt, operæ pretium etiam eſt ejus defectus intueri : horum primus & maximus eſt, nullâ ratione oculum, qualemcunque figuram habeat, radios omnes ex diverſis punctis miſſos in totidem aliis colligere poſſe, ſed multum agere, ſi tantummodo omnes ab uno puncto venientes, velut ab X, in alio quodam ſiſtat, velut in S, quod medium eſt poſterioris oculi partis; quod cùm fit, nonniſi pauci eorum qui veniunt ex puncto V coire poſſunt accurate in puncto R, aut ex Y | accurate in T, & reliqui neceſſariò nonnihil inde abſcedunt, ut | poſtmodum explicabimus. Atque hinc extremitates hujus imaginis nunquam tam diſtincte quàm medium apparent, quemadmodum ſatis notarunt qui circa Optica commentati ſunt. Hoc enim eſt quod dixerunt, viſionem potiſſimum fieri ſecundùm axem, hoc eſt ſecundùm lineam rectam per centrum cryſtallini humoris & pupillæ protenſam, qualis hîc eſt linea XKLS, axis viſionis iis dicta.

9. Hîc autem obſervemus, quò major pupillæ hiatus eſt, eò magis radios venientes, ex. gr. ex puncto V, circa punctum R diſpergi; & ita, quantum hæc laxitas colorum vim & nitorem intendit, tantum detrahit ex accuratâ lineamentorum picturæ diſtinctione; ideoque non niſi mediocris eſſe debet. Notemus præterea hos radios magis circa punctum R diſperſum iri quàm jam ſparguntur, ſi punctum V, unde manant, propius oculo adjaceret, ut ſi eſſet in 10, aut longius ab eodem diſtaret, ut ſi eſſet in 11, non mutato interim puncto X, ad cujus diſtantiam oculi figuram ſuum commenſum habere ſuppono;
110 ideo | que imaginis hujus partem R obſcuriorem adhuc eſſent reddituri. Quorum omnium demonſtratio nobis aperta erit, cùm ulterius progreſſi videbimus quam figuram corpora pellucida requirant, ad radios ex aliquo puncto delapſos in alio quodam poſt tranſitum colligendos.

10. Reliquæ autem hujus picturæ imperfectiones in eo ſunt, quòd ſemper inverſa appareat, hoc eſt contrario plane ſitu quàm obtinent corpora quæ imitatur; & quòd præterea ejus partes, | aliæ magis, aliæ minus, contrahantur, pro varietate ſitûs & intervalli rerum quas exhibent, eodem fere modo quo in ſcenographicâ tabulâ fieri ſolet. Ita hîc manifeſte videmus : T, quod ad ſiniſtram, Y, quod ad dextram, reddere; & R, quod ad dextram, V, quod ad ſiniſtram. Et præterea, imaginem corporis V non plus ſpatii occupare in R, quàm occuparet illa corporis 10, minoris quidem, ſed magis propinqui; nec minus quàm illa corporis 11, quod majus, ſed longius remotum eſt; niſi forſan eo ipſo quòd magis diſtincta

ſit. Et poſtremò videmus lineam VXY, quæ recta eſt, exprimi per
curvam RST.

11. Ita, conſideratâ hâc imagine in oculo mortui vel hominis vel
beſtiæ, & rationibus perpenſis, dubitare non poſſumus, quin ſimilis
quædam exprimatur in membranâ interiore oculi viventis hominis,
in cujus locum corpus album RST ſubſtituimus; atque etiam, quin
longe melius ibidem depingatur, cùm ſpiritibus referti humores
magis pelluceant, & figuram huic operi debitam exactiorem ha-
beant. Et quod ab bovis oculum attinet, fortè etiam in eo pupillæ
figura, quia non rotunda, imaginis perfectioni nonnihil obſtat.

12. Nec magis ambigere poſſumus, imagines albo panno | in te- 112
nebroſo cubiculo exceptas eodem modo quo in oculi fundo formari,
& ob eaſdem rationes; ſed, cùm multo majores & pluribus modis
ibi fiant quàm in oculo, multa particularia | commodius in iis ob-
ſervantur, quorum hîc monere animus eſt, ut quilibet illa poſſit
| experiri, ſi nondum hactenus expertus eſt. Primò itaque, ſi nullum
vitrum foramini, per quod radii cubiculum illud ingredi debent,
apponatur, modò ne ſit nimis late patens, imagines quidem in
panno apparebunt, ſed imperfectæ admodum & confuſæ, & tanto
magis quanto latius patuerit foramen; & quò major erit diſtantia
inter illud & linteum, eò quoque majores imagines erunt, ita ut
magnitudinis illarum eadem fere ſit ratio ad hoc intervallum, quæ
magnitudinis corporum à quibus illæ fluunt, ad ſpatium ipſa ob-
jecta & foramen idem interjacens. Ut, ſi ABC ſit objectam, D fora-
men, EGF imago, quale eſt AB ad CD, tale erit EG ad FD. Poſtea,
vitreâ lente huic foramini immiſſâ, obſervandum certam quamdam
diſtantiam determinatam eſſe, ex quâ ſi objecerimus pannum, ſimu-
lacra lucida atque admodum diſtincta refulgent; ſimul ac verò pau-
lulum accedimus ad vitrum, aut ab eodem recedimus, ſtatim ea tur-
bantur & minus diſtincte apparent. Hæc autem diſtantia dimetienda
erit, non ſecundùm ſpatium quod linteum & foramen intercedit,
ſed ſecundùm illud quod linteum & vitrum : ut, quan|tum hoc 113
vitrum ulterius promoveris, aut introrſum ad te reduxeris, tantum
ſimul & linteum vel adducere vel removere oporteat. Pendetque
hæc diſtantia, partim ex figurâ hujus vitri, & partim ex ſpatio quod
illud & res objectas interjacet : nam, licèt eodem loco hæ maneant,
quò minus ſuperficies | vitri erunt incurvatæ, eò longius hoc lin-
teum removendum; & eodem vitro manente, accedentibus propius
objectis, paulo magis linteum removendum erit quàm ſi longius
eadem abeſſent. Atque ex hâc diſtantiâ imaginum oritur magnitudo,
eodem fere modo quo tum, cùm nullum foramini vitrum applica-

tur. Fieri autem illud foramēn majus poteſt, ſi vitro inſerto obturetur, quàm ſi apertum & vacuum relinquatur, imaginibus ob id non minus diſtinctis. Et quò erit majus, eò ſimulacra nitidiora atque illuſtriora videbuntur : adeo ut, ſi partem vitri tegas, magis quidem obſcura quàm antea debeant apparere, ſed non idcirco minus ſpatii in panno occupare. Et quò majora & lucidiora hæc ſimulacra ſunt, eò perfectius videntur; adeo quidem ut, ſi oculum admodum profundum ſtruere poſſemus, cujus pupilla eſſet valde ampla, & in quo ſuperficies refractionem efficientes figuram haberent quæ huic magnitudini reſponderet, eò ampliores objectorum corporum imagines in ejus fundo exprimerentur. Et ſi duas aut plures lentes vitreas parum convexas jungamus, idem fere efficient quod una quæ ad eandem craſſitiem, quam illæ omnes ſimul ſumptæ, intumeſcet : hîc enim exigui momenti eſt ſuperficierum numerus in quibus refractiones fiunt. Aſt, ſi ex certo intervallo hæc vitra ab invicem removeamus, ſecundum eriget imaginem, quam primum invertit;
114 ter || tium iterum invertet, & ita porro. Quorum omnium | ratio manifeſta eſt ex iis quæ ſuprà audivimus, & quidem majus operæ pretium erit, mediocri meditatione illam inquirenti, quàm obiter ſingula fuſius hîc enarrata legenti.

13. Cæterum corporum ſimulacra non tantùm in imâ oculi parte
115 formantur, ſed ulterius quoque ad cerebrum | penetrant : quod facilè intelligemus, ſi cogitemus radios ab objecto V in oculum venientes contingere in puncto R extremum alicujus ex capillamentis | nervi optici, quod oritur e regione 7 ſuperficiei interioris cerebri 789 ; & venientes ab objecto X in puncto S extremitatem alterius cujuſdam capillamenti impellere, cujus initium eſt in puncto 8 ; & delapſos ab objecto Y, aliud in puncto T, quod prorepit e regione cerebri 9 ; & ita porro. Et præterea, cùm lumen nihil extra motum aut niſum quemdam ad motum ſit, radios illius progreſſos ab V ad R vim totum capillamentum R 7 movendi habere, & conſequenter regionem cerebri 7 ; & venientes ab X ad S, totum nervum S 8, & inſuper aliâ ratione movendi quàm movetur R 7, cùm corpora X & V diverſimode colorata ſint ; & ita venientes ab Y punctum 9 movere. Unde patet in ſuperficie cerebri interiore, quæ cavitates illius reſpicit, denuo quamdam picturam delineari 789, ſatis ſimilem objectis VXY. Atque inde ulterius hanc promovere poſſem ad glandulam quamdam exiguam, quæ in medio circiter harum cavitatum occurrit propria ſenſûs communis ſedes. Imo præterea hîc oſtendere non arduum foret, quâ ratione interdum per arterias gravidæ mulieris tranſeat uſque ad certum aliquod fœtûs membrum, quem

in utero gestat, & ibi istas malaciæ notas imprimat, quas tantopere docti admirantur. |

| CAPUT SEXTUM. 116

De Visione.

1. Licèt autem hæc pictura, sic transmissa in cerebrum, semper aliquid similitudinis ex objectis, à quibus venit, retineat, non tamen ob id credendum est, ut suprà quoque monuimus, hanc similitudinem esse quæ facit ut illa sentiamus, quasi denuo alii quidam oculi in cerebro nostro forent, quibus illam contemplari possemus; sed potius motus esse à quibus hæc pictura componitur, qui immediate in animam nostram agentes, quatenus illa corpori unita est, à naturâ instituti sunt ad sensus tales in eâ excitandos. Quod latius hîc exponere libet.

2. Omnes qualitates, quas in visûs objectis percipimus, ad sex primarias reduci queunt, ad lumen scilicet, colorem, situm, distantiam, magnitudinem & figuram. Et primò, quantum ad lumen & colorem, quæ sola proprie ad sensum visionis pertinent, cogitandum illam animæ nostræ naturam esse, ut per vim motuum, qui in illâ cerebri regione occurrunt, unde tenuia nervorum opticorum fila oriuntur, luminis sensum percipiat; per eorumdem autem | motuum diversitatem, sensum coloris : quemadmodum per motus nervorum auribus respondentium sonos dignoscit, & ex motibus nervorum linguæ, varios sapores ; & in universum ex motu nervorum totius corporis moderato quamdam titillationem sentit, & dolorem ex violento, quum interea in his omnibus similitudine nullâ opus sit inter ideas quas illa percipit & motus qui earum sunt causæ.

| 3. Atque his facilè adhibebimus fidem, modò notemus, quibus oculus vulnere læditur, videri se infinitas ignium & fulgurum vibrationes cernere, licèt oculos clausos habeant aut in conclavi obscuro commorentur; ut ita hic sensus non alii rei sit imputandus quàm agitationis vehementiæ, quæ capillamenta exigua nervi optici instar violenti luminis cujusdam movet; & eadem agitatio, aures feriens, sonum quemdam efficere posset, aut, alias partes corporis, dolorem. 117

4. Hoc etiam inde confirmatur quòd, si aliquando Solem seu lumen aliud valde fulgidum obstinati contuemur, illa impressio etiam aliquanto pòst in oculis duret, adeo ut, licèt postea claudantur,

varios tamen colores nobis videamur videre mutantes & tranſeuntes ad invicem, prout paulatim evaneſcunt : hoc enim non aliunde procedit niſi quòd capillamenta nervi optici, inſolito motu concuſſa & agitata, non tam ſubito reſidant quàm aliàs. Sed agitatio, quâ adhuc poſt oculos | clauſos palpitant & quaſi contremiſcunt, quum non ſatis valida ſit ad reddendum tam illuſtre lumen quàm fuit illud à quo venit, colores minus intenſos & velut diverſos repræſentat. Et hi colores paulatim expalleſcendo mutantur : quod ſatis docet illorum naturam tantùm in motûs diverſitate conſiſtere, neque aliam eſſe quàm ſuprà poſuimus.

5. Ipſum etiam poſtremò ex eo manifeſtum fit quòd ſæpe in pellucidis corporibus hi colores appareant, ubi certum eſt nihil eſſe quod eos producere poſſit, extra diverſos illos modos quibus radii luminis admittuntur : ut quum in nubibus iris apparet, & magis adhuc, quum ſimile aliquid in vitro cernimus, cujus ſuperficies in varias hedras polita eſt.

118 | 6. Hîc verò operæ pretium eſt curioſius advertere in quo conſiſtat quantitas luminis quod videtur (hoc eſt impetus quo ſingula nervi optici capillamenta moventur) : non enim ſemper æqualis eſt lumini quod ex objectis emanat, ſed vel pro ratione diſtantiæ corporum, vel magnitudinis pupillæ, variat; vel pro ratione ſpatii quod ex ſingulis corporum punctis manantes radii in oculi fundo occupant. Sic conſtat ex. gr. punctum X plures radios ad oculum B miſſurum quàm nunc mittat, ſi pupilla FF pateret uſque ad G; & illud totidem mittere in hunc oculum B, qui minus ab ipſo diſtat & cujus pupilla valde anguſta eſt, quot in oculum A, cujus quidem pupilla multo major eſt, ſed quod etiam multo magis ab ipſo diſtat. Et, quamvis non plures ex diverſis punctis | V, X, Y ſimul ſpectatis oculum A ingrediantur quàm oculum B, quia tamen in ejus fundo nonniſi per ſpatium TR extenduntur, quod minus eſt ſpatio HI per quod in fundo oculi B ſparguntur, majori vi agere debent in ſingulas extremitates nervi optici, quas ibi contingunt, quàm in illas oculi B: quod ad calculum revocare minime arduum eſt. Nam, ſi ex. gr. ſpatium HI quadruplum ſit ſpatii TR, & extremitates quatuor capillamentorum millium nervi optici contineat, TR con-
119 tinebit tantùm mille, & conſequenter | ſingula capillamentorum, in parte imâ oculi A, milleſimâ roboris parte movebuntur quod omnes radii uniti habent, & in fundo oculi B, quartâ tantùm milleſimæ.

7. Obſervandum etiam partes corporum, quæ contemplamur, non dignoſci poſſe, niſi quatenus colore quodammodo differunt; & horum colorum diſtinctam perceptionem non pendere tantùm ex eo

quòd omnes radii à ſingulis corporum punctis venientes in fundo oculi in totidem aliis circiter coëant, vel ex eo quòd nulli alii aliunde effuſi ad eadem puncta admittantur, ſed etiam ex multitudine capillamentorum nervi optici, quorum extremitates continentur in illo ſpatio quod imago in oculi fundo occupat. Si enim ex. gr. objectum VXY | ex decem partium millibus componatur, quæ aptæ ſint ad radios tot diverſis modis in fundum oculi RST mittendos, & conſequenter ad repræſentanda eodem tempore decem colorum millia, anima tamen ad ſummum mille tantùm diſcernet, ſi fingamus mille tantùm capillamenta nervi optici exſtare in ſpatio RST; etenim tunc decem particulæ objecti, agentes ſimul in ſingula capillamentorum, uno duntaxat modo ex denis mixto & confuſo illa movere poſſunt : unde fit ut illud ſpatium, quod ab uno quolibet ex his capillamentis occupatur, nonniſi pro unico puncto debeat haberi.

8. Atque hoc eſt quod efficit ut pratum infinitâ colorum varietate diſtinctum procul inſpicientibus totum album aut cæruleum videatur; & generatim ut omnia corpora remota minus diſtincta appareant quàm propinqua ; denique etiam, ut, quò latius ejuſdem corporis ſimulacrum in oculi fundo diducere poſſumus, eò diſtinctius videri queat. Quod notatum magno uſui poſtea erit.

|9. Situm (id eſt regionem in quâ ſingulæ objecti partes reſpectu cor- 120
poris noſtri locatæ ſunt) quod attinet, illum non aliter oculorum miniſterio deprehendimus quàm manuum ; & notitia illius ex nullâ imagine pendet, nec ex ullâ actione ab objectis veniente, ſed ex ſolo ſitu exiguarum partium cerebri, e quibus nervi expullulant. Hic enim ſitus, mutato ſitu membrorum quibus illi nervi inſeruntur, aliquantulum varians | à naturâ ita inſtitutus eſt, ut non tantùm animam certam facere poſſit in quâ regione ſingulæ partes corporis, cui ineſt, aliarum reſpectu exiſtant, ſed inſuper efficere ut attentionem inde ad omnia loca transferre queat, quæ in lineis rectis occurrunt quas imaginari poſſumus ab extremitatibus ſingularum ex his partibus in infinitum productas. Ut, quum cæcus ille, de quo jam ſæpe mentio facta eſt, manum ſuam A verſùs E vel alteram manum C etiam verſùs E obvertit, nervi huic manui inſerti mutationem quamdam in cerebro illius efficiunt, per quam anima cognoſcit non tantùm locum A vel C, ſed & omnia reliqua quæ occurrunt in lineâ rectâ AE vel CE ; imo, ulterius progreſſa uſque ad objecta B & D, loca etiam ubi illa exiſtant determinat, incerta interea, vel ſaltem non attendens, ubi utraque manus exiſtat. Atque ita, quoties oculus aut caput noſtrum huc vel illuc inflectitur, mens noſtra ejus rei admonetur à muta-

tione quam nervi, muſculis hujus motûs miniſtris inhærentes, in cerebro noſtro efficiunt.

121 10. Exempli gratiâ, cogitandum in oculo RST ſitum ca|pil-
lamenti nervi optici, quod eſt in puncto R vel S vel T, reſpondere ad alium quemdam partis cerebri 7 vel 8 vel 9, qui facit ut anima ſingula loca cognoſcat quæ jacent in rectâ aut quaſi rectâ lineâ RV vel SX vel TY. Ut ita mirari non debeamus corpora in naturali ſitu videri, | quamvis imago in oculo delineata contrarium habeat; quemadmodum cæcus noſter ſimul objectum
122 B, | quod eſt ad dextram, ope manûs ſiniſtræ, & D, quod ad
ſiniſtram, ope manûs dextræ animadvertit. Et quemadmodum ille idem non judicat corpus duplex eſſe, licèt duabus manibus illud tangat, ſic etiam oculi noſtri, quum ambo | verſùs eundem locum aciem ſuam dirigunt, nonniſi unicum objectum menti debent exhibere, quamvis in unoquoque eorum peculiaris ejus imago formetur.

11. Perceptio diſtantiæ, non magis quàm ſitûs, ab ullis imaginibus pendet, ſed primò à figurâ totius oculi : etenim, ut jam diximus, alia requiritur, ad percipienda ea quæ propinqua, quàm ad ea quæ procul abducta; & dum illam pro ratione objecti mutamus, ſimul quædam cerebri noſtri pars variat, ita à naturâ inſtituta ut animam de hâc diſtantiâ certam reddat.

12. Et hoc, ut plurimum, nobis inſciis accidit eodem plane modo quo, corpus aliquod manu complexi, ſtringentes, ad illius figuram & magnitudinem hanc aptamus, atque ita illud cognoſcimus, licèt interea non ſit opus ut, quâ ratione manus noſtra movetur aut diſponitur, advertamus.

13. Diſtantiam præterea diſcimus per mutuam quamdam conſpirationem oculorum. Ut enim cæcus noſter, duo bacilla tenens, AE & CE, de quorum longitudine incertus, ſolumque intervallum manuum A & C, cum magnitudine angulorum ACE & CAE, exploratum habens, inde, ut ex Geometriâ quâdam omnibus innatâ, ſcire poteſt ubi ſit punctum E; ſic, quum noſtri oculi, RST & *rst*,
123 ambo vertuntur ad X, magnitudo lineæ S*s* & angulorum | XS*s* &
X*s*S certos nos reddunt ubi ſit punctum X. | Et idem operâ alterutrius poſſumus indagare, loco illum movendo; ut, ſi verſùs X illum ſemper dirigentes primò ſiſtamus in puncto S, & ſtatim pòſt in puncto *s*, hoc ſufficiet ut magnitudo lineæ S*s* & duorum angulorum XS*s* & X*s*S noſtræ imaginationi ſimul occurrant & diſtantiam
124 puncti X nos edoceant : idque per actionem men|tis quæ, licèt
ſimplex judicium eſſe videatur, ratiocinationem tamen quamdam

involutam habet, ſimili illi quâ Geometræ, per duas ſtationes diverſas, loca inacceſſa dimetiuntur.

14. Alio adhuc modo diſtantias noſcimus, per diſtinctionem ſcilicet aut confuſionem figurarum, & ſimul per vehementiam luminis aut debilitatem. Sic, dum fixo obtutu inſpicimus X, radii venientes ab objectis 10 & 12 non ita exacte coëunt in punctis R et T quàm ſi hæc objecta in V & Y poſita forent; unde illa vel longius remota vel propius adducta colligimus quàm eſt X. Preæterea, ex eo quòd lumen ex objecto 10 ad oculum noſtrum defluens longe vehementius eſt quàm ſi idem objectum ad Y remotum foret, magis illud eſſe propinquum dijudicamus; &, quum hoc quod ſpargit objectum 12 debilius ſit quàm ſi foret ad Y, ulterius illud remotum eſſe hinc diſcimus.

15. Denique, quum jam aliunde prænovimus qualis ſit magnitudo alicujus corporis, vel ejus ſitus, vel quàm diſtincta ſit ejus figura & quàm vividi colores, vel tantùm qualis ſit vis luminis ex eo emiſſi, poſſumus hâc præcognitione uti, non quidem | proprie ad videndum, ſed tamen ad viſu percipiendam ejus diſtantiam. Ut, ſi corpus aliquod oculis | familiare procul contueamur, melius de diſtantiâ judicabimus quàm ſi magnitudo illius minùs cognita foret. Et ſi, ultra nemus obumbratum, rupem Soli expoſitam videamus, ſolus hujus ſylvæ ſitus illam procul abeſſe dictabit. Et ſi duas naves, majorem alteram, alteram minorem, vela facientes contemplemur hâc ratione inæqualiter remotas ut æqualis magnitudinis videantur, ex dif|ferentiâ figurarum, colorum & luminis quod ad oculos noſtros 126
mittent, utra remotior ſit advertemus.

16. Modum autem quo magnitudinem & figuram objectorum videmus, non opus eſt verboſius explicare, quum totus[a] illo contineatur quo diſtantiam & ſitum partium cernimus. Magnitudinem videlicet æſtimamus ex cognitione ſeu opinione quam de diſtantiâ habemus cum magnitudine imaginum in fundo oculi formatarum comparatâ, & non abſolute per imaginum magnitudinem : ut clarum ſit inde quòd, licèt ex. gr. centies illæ majores ſint, quum objecta valde propinqua ſunt, quàm quum decuplo magis removentur, non tamen ob id centies majora nobis appareant, ſed propemodum æqualia, utique ſi diſtantiâ non decipiamur. Manifeſtum etiam eſt figuram dignoſci per cognitionem ſeu opinionem quam de ſitu diverſarum partium corporis habemus, non per ſimilitudinem imaginum quæ in oculo pinguntur : nam hæ plerumque rhombo

a. tota *Elz.*

vel ellipſi conſtant, | quum quadrata & circulos nobis exhibent.

17. Ne autem vel minimum dubium relinquatur, quin viſio hoc modo quo diximus fiat, rationes præterea hîc intuebimur ob quas interdum nos ſoleat fallere. Primò, quia mens eſt quæ videt, non oculus, idque cerebri ope magis immediate quàm oculi, inde fit ut phrenetici & dormientes varias aliquando ſpecies videant, aut ſibi videre videantur, quæ oculis propterea non objiciuntur; atque hoc evenit, ſi vapores, cerebrum pulſantes, partes illius, quæ viſioni inſerviunt, eodem modo diſponant quo ipſas, mediante oculo, diſponerent objecta externa, ſi adeſſent.

127 |18. Deinde, quia impreſſiones extrinſecus venientes ad ſenſum communem per intermedios nervos tranſeunt, ſi horum ſitus per cauſam inſolitam detorqueatur, objecta alibi quàm ubi ſunt repræſentare poteſt. Ut, ſi oculus *rst*, ſuâ ſponte diſpoſitus ad reſpiciendum verſùs X, cogatur à digito N ſeſe obvertere verſùs M, partes
128 cerebri, unde hi nervi prorepunt, non eodem plane modo | diſponentur ac diſponerentur, ſi oculus iſte à propriis muſculis eò deflecteretur, nec tamen etiam eodem ac ſi revera verſùs X reſpiceret, ſed medio quodam modo, tanquam ſi reſpiceret Y; atque ita, hujus oculi ope, objectum M apparebit eò loci ubi eſt Y, & Y ubi eſt X, & X ubi eſt V; & quoniam hæc eadem objecta | eodem tempore in veris locis videbuntur ope alterius oculi RST, duplicata apparebunt. Eodem modo quo globulus G, duobus digitis D & A decuſſatis attrectatus, inſtar duorum ſentitur; etenim, dum hi digiti ſe mutuo ita decuſſatos retinent, muſculi eos diducere nituntur, A in C & D in F, unde fit ut partes cerebri, ex quibus nervi his muſculis inſervientes originem ducunt, diſponuntur eo modo qui requiritur ut iidem digiti A in B et & D in E eſſe, ac conſequenter duos ibi globulos H & I tangere videantur.

19. Præterea, quoniam aſſueti ſumus judicare, actiones, à quibus viſus noſter movetur, ex iis locis verſùs quæ debemus obtutum dirigere ut illas percipiamus, quoties accidit ut aliunde procedant, facillime fallunt. Ita qui oculos flavâ bile ſuffuſos habent, aut per vitrum flavum vident, aut in cubiculo degunt quod nullum lumen niſi per ejuſmodi vitra recipit, flavo colore omnia corpora quæ cernunt infecta
129 putant. Et ille qui in cubiculo te|nebroſo, quod ſuprà deſcripſimus, corpus album RST intuetur, illi tribuit colores qui ſunt objectorum V, X, Y, quoniam in illud ſolum aciem ſuam intendit. Et oculi A,
130 B, C, D, E, F, videntes objecta T, V, X, Y, Z, & per | tranſverſa vitra N, O, P, & in ſpeculis C, R, S, illa judicant eſſe in punctis G, H, I, K, L, M, | & V, Z minora, & X, *&c.* majora quàm revera

ſunt; vel etiam X, *&c.* minora & ſimul inverſa, quum ſcilicet longius ab oculis C, F poſita ſunt; his vitris & ſpeculis radios ab objectis venientes ita detorquentibus ut ab his oculis diſtincte nequeant videri, niſi ita diſpoſitis ac ſi puncta G, H, I, K, L, M intueri vellent, ut facilè cognoſcent ii qui ſatis | ad hæc attendent. Et eâdem operâ videbunt quantum in Catoptricis majores noſtri aberrarint, quoties in ſpeculis concavis & convexis locum imaginum determinare conati fuerunt.

20. Notandum etiam modos diſtantiæ cognoſcendæ, quotquot habemus, valde dubios & incertos eſſe; quantum enim ad oculi figuram, illa fere nihil amplius mutat, quum objectum ultra quatuor aut quinque pedes remotum abeſt; etiam, quum propius adeſt, tam parum variat ut vix quicquam accurati ex illâ mutatione diſcerni poſſit. Et quantum ad angulos incluſos lineis ex duobus oculis aut ex duabus ejuſdem oculi ſtationibus ad objecta ductis, illi etiam fere iidem ſemper manent, quum paulo longius proſpicimus. Ex quibus fit ut nequidem ſenſus noſter communis ideam diſtantiæ capere poſſe videatur ultra centum aut ducentos pedes abductæ; atque hoc patet ex eo quòd Luna & Sol, quæ ſunt e numero corporum remotiſſimorum quæ contueamur, & quorum diametri ad diſtantiam[a] circiter ſunt ut unum ad centum, pedales ut plurimum vel ad ſummum bipedales nobis videantur, licèt ratio dictet illos longe maximos & remotiſſi|mos eſſe. Hoc enim non evenit quòd majores illos fingere 131
nequeamus, quum turres & montes multo majores imaginemur & videamus; ſed propterea quòd cogitatione ultra centenos aut ducenos pedes illos removere non poſſumus, inde ſequitur diametrum illorum unius aut alterius | pedis videri.

21. Ipſe quoque ſitus in hoc nos decipit; nam plerumque hæc aſtra circa meridianum in cœli vertice minora apparent quàm quum ſunt in ortu vel occaſu, & occurrunt inter ipſa & oculos noſtros diverſa objecta quæ judicium de diſtantiâ melius informant. Et Aſtronomi, cum ſuis machinis illa dimetientes, ſatis experiuntur hoc, quòd ita jam majora, jam minora appareant, non ex eo contingere quòd modò ſub majori, modò ſub minori angulo videantur, ſed ex eo quòd longius diſſita judicentur, quia tam verſùs horizontem quàm verſùs verticem ſub eodem ſemper angulo ea conſpici deprehendunt : ex quibus patet non omnino verum eſſe Opticæ veterum axioma, quo magnitudines corporum apparentes viſionis angulis ſtatuuntur proportionales.

a. circumferentiam *Elz.*

22. Fallimur etiam in eo quòd corpora alba vel luminoſa, & in
univerſum omnia illa quibus ineſt multum roboris ad movendum
viſionis ſenſum, ſemper paulo majora & propiora appareant quàm ſi
minus virium haberent. Cauſa verò ob quam propiora videntur, hæc
eſt quòd motus, quo pupilla arcendi vehementioris luminis gratiâ
conſtringitur, tam arcte cum altero cohæret, qui totum oculum diſpo-
nit ad ſubtilius pervidenda objecta propinqua eorumque diſtantiam
dignoſcendam, ut neuter ad effectum deduci queat, quin aliquan-
132 tulum ex altero admi|ſceatur; eodem fere modo quo anteriores duos
digitos contrahere nequimus, quin ſimul tertius paululum cum illis
incurvetur. Et ratio ob quam corpora luminoſa vel alba majora
apparent, non tantùm in eo conſiſtit quòd judicium magnitudinis ex
|diſtantiæ æſtimatione pendeat, ſed etiam in eo quòd imagines
eorum majores in oculi fundo formentur. Notandum enim extre-
mitates capillamentorum nervi optici, quamvis minimas, tamen
alicujus eſſe craſſitiei, adeo ut ſingulæ ex illis in unâ ſuî parte ab uno
objecto, & in aliâ ab alio, attingi poſſint; quum autem unico tantùm
modo ſingulis vicibus moveri queant, quoties aliqua, quantumvis
exigua, ex illis partibus à corpore aliquo valde lucido impellitur,
dum interim aliæ nonniſi à minus illuſtribus tanguntur, totum
capillamentum ejus objecti, quod lucidiſſimum eſt, motum ſequitur,
& ſolam ejus imaginem ad cerebrum transfert. Ut ſi ſint extremi-
tates capillamentorum 1, 2, 3, & radii, in fundo oculi ſtellæ imaginem
pingentes, diffundantur in 1, paululumque tantùm in circuitu ſex
vicinarum 2 oras contingant (in quas ſupponimus nullos alios radios
effundi, præter admodum debiles à partibus cœli huic ſtellæ vicinis),
effigies ejus ſtellæ per totum ſpatium extendetur in quo ſunt ſex
capillamentorum extremitates 2, & fortè etiam per illud totum quod
aliæ duodecim 3 occupant, nempe ſi lucis actio ſit tam fortis ut
illas etiam valeat commovere.

23. Unde cognoſcimus ſtellas, quamvis pro verâ magnitudine
exiguas, tamen pro vaſto illo intervallo quo diſtant, longe majores
quàm ſint apparere. Et præterea, quamvis globoſæ non eſſent, tales
133 tamen illas apparituras, ut || etiam turris quadrata, procul viſa,
rotunda apparet. Et nulla corpora, quæ parvas in oculo imagines
repræſentant, figuram angulorum ſuorum exprimere poſſunt.

24. Denique, quod attinet ad judicium de diſtantiâ objecti viſi,
quod à magnitudine, figurâ, colore aut lumine ejus pendet, quàm
totum illud ſit fallax, vel ſola Perſpectiva ſatis docet. Sæpe enim
imagines ſecundùm ejus præcepta pictæ, ex hoc ſolo quòd ſint
minores, habeantque lineamenta minus diſtincta & colores obſcu-

riores, vel potius debiliores, quàm nobis perſuadeamus eſſe oportere ut objectum vicinum repræſentent, multo remotiores quàm revera ſint apparent.

CAPUT SEPTIMUM.

De modis viſionem perficiendi.

1. Poſtquam ſatis accurate quæſivimus quâ ratione viſio fiat, breviter hîc repetamus & nobis quaſi ob oculos ponamus omnes conditiones requiſitas ad ejus perfectionem, ut, cognoſcentes quomodo natura ſingulis jam proſpexerit, exacte per enumerationem diſcamus quantum arti addendum reliquerit. Omnia quæ hîc attendi debent, ad tria primaria reduci queunt | : objecta ſcilicet; organa interiora, quæ actiones illorum recipiunt, & exteriora, quæ has actiones diſponunt ut quo decet modo recipiantur. Quantum ad objecta, ſufficit noſſe alia propinqua & acceſſa, remota alia eſſe & inacceſſa; & præterea quædam magis, quædam minus illuminata; ut nempe advertamus nobis liberum eſſe acceſſa magis aut minus
removere, lumenque quo illuſtrantur | augere vel minuere, prout 134
magis commodum eſt; in aliis autem nihil tale licere. Deinde, quod attinet ad organa interna, nervos ſcilicet & cerebrum, certum eſt illorum ſtructuræ per artem nihil adjici poſſe : neque enim noſtrûm aliquis novum corpus ſibi fabricare poteſt, & ſi forſan Medicorum opera nonnihil ad immutandam corporis humani zonſtitutionem poſſit juvare, hoc eſt extra noſtrum argumentum. Ac proinde ſola organa exteriora noſtræ conſiderationi relinquuntur : quo nomine, non modò corpora omnia quæ inter oculum & objecta locari poſſunt, ſed etiam oculi partes omnes quæ pellucidæ ſunt, complector.

2. Et omnia quæ hîc curanda ſunt, ad quatuor capita reduco. Quorum primum : ut omnes radii qui in aliquâ extremitatum nervi optici ſiſtuntur, ex unico tantùm objecti puncto, quoad fieri poteſt, fluant, neque ullo modo in ſpatio interjacente violentur; id enim niſi fiat, imagines, quas formant, nunquam ſatis diſtinctæ erunt, nec fideliter corpus | à quo emanant repræſentabunt. Secundum : ut hæc ſimulacra magna ſint, non quidem extenſione loci (neque enim ultra exiguum illud ſpatium, quod eſt in oculi fundo, occupare poſſunt), ſed lineamentorum & ductuum ſuorum extenſione :

certum quippe, quò illa majora, eò melius dignoſci poſſe. Tertium : ut radiis tantum roboris, ad movenda nervi optici capillamenta, ſit ut ſentiri poſſint, non tamen tantum ut viſum lædant. Quartum : ut ex plurimis objectis imagines in oculo ſimul formentur, atque ita eodem obtutu inſpicientibus plurima pateant.

135 3. Natura tamen, ut primo proſpiceret, multa adhibuit. | Etenim, pellucidis & nullo colore imbutis humoribus oculum replens, effecit ut actiones extrinſecus venientes ſine ullâ mutatione ad fundum illius pertingant. Tum etiam, per refractiones quæ in humorum iſtorum ſuperficiebus fiunt, hoc egit ut radii, ſecundùm quos hæ actiones tendunt, ex eodem objecti puncto provecti in eodem nervi optici puncto iterum coëant : & conſequenter reliqui, ab aliis punctis venientes, tam accurate ac fieri poteſt, in totidem aliis colligantur. Credere enim debemus naturam hâc in re quicquid fieri poteſt præſtitiſſe, quia nihil in contrarium experimur. Sed potius videmus illam, defectûs minuendi cauſâ qui neceſſariò | ſemper aliquis in hâc radiorum collectione reperitur, vim pupillam tantum arctandi nobis dediſſe, quantum vehementia luminis permittit. Deinde, per colorem nigrum, quo omnes oculi partes, non pellucidas, retinæ obverſas imbuit, curavit ne radii ulli peregrini verſùs illam reflecterentur. Ac denique, per mutationem figuræ oculi, effecit ut, licet objecta jam magis jam minus removeantur, radii tamen à ſingulis punctis venientes, quantum poſſint exacte, in totidem aliis in oculi fundo colligantur.

4. Verumtamen non adeo ſollicite poſtremæ huic neceſſitati cavit, ut nihil arti addendum reliquerit; non modò enim nemini noſtrûm vulgò conceſſit, ſuperficies oculorum tantum incurvare ut objecta valde propinqua, nempe nonniſi uno aut dimidio digito à nobis diſtantia, cernere poſſimus; ſed magis etiam quibuſdam defuit, quorum oculos ita formavit ut nonniſi contemplandis longe poſitis inſerviant, quod ſenioribus familiare eſt ; nec minus iis
136 quibus contrà tales oculos dedit ut propinqua tan|tùm contueri poſſint, quod junioribus ſæpius uſuvenit. Adeo ut oculi oblongiores & anguſtiores quàm par ſit, initio formari videantur, inde paulatim progredientibus annis dilatari & comprimi.

5. Ut igitur arte hos defectus tollamus, | primò neceſſarium erit figuras quærere, quas ſuperficies vitri aut alterius pellucidi corporis requirunt ad incidentes radios ita incurvandos, ut omnes ex aliquo objecti puncto emiſſi ita illas permeando diſponantur ac ſi ex alio puncto longius aut propius poſito venirent : propius ſcilicet, in eorum uſum quorum acies ad remota non valet : longius, tam pro

ſenioribus quàm in univerſum pro omnibus iis qui objecta propius
admota cernere volunt, quàm oculi figura permittit. Nam oculus,
ex. gr. B vel C, ad id factus ut omnes radios effuſos ex puncto
H vel I in medio ſui fundi colligat, quum ſimul illos ex puncto
V vel X colligere nequeat, perſpicuum eſt, interjecto vitro P vel O,
quod omnes radios puncti V vel X ad oculum mittit tanquam ſi
venirent ex puncto H vel I, hunc defectum ſublatum iri.

6. Deinde, quum non unius tantùm figuræ vitra idem ac|curate 137
efficere poſſint, ad eligenda | noſtræ intentioni aptiſſima, duæ con-
ditiones præterea veniunt conſiderandæ. Horum prima : ut figuræ
ſimpliciſſimæ, id eſt, delineatu ac politu facillimæ ſint. Altera : ut
illorum ope radii ex aliis objecti punctis digreſſi, ut E, E, ad
eundem circiter modum oculum intrent ac ſi ex totidem aliis punc-
tis venirent, ut F, F. Et notemus hîc *circiter*, non *quantum fieri
poteſt*, dici ; præterquam enim quòd difficile forſitan foret, ex
infinito numero figurarum huic eidem rei inſervientium, eam quæ
omnium aptiſſima eſt geometrice demonſtrare, eſſet etiam inutile;
neque enim eædem procul dubio eſſent aptiſſimæ ad viſum illuſ-
trandum, quum ne oculus quidem ipſe omnes radios ex diverſis
punctis manantes in totidem aliis colligat.

7. Nec omnino poſſumus hâc in re eligere, niſi præterpropter,
quum figura oculi accurata minime nobis explorata ſit. Opera
præterea danda erit, quoties hujuſmodi corpus oculis noſtris admo-
vebimus, ut naturam, quantum fieri poterit, in omnibus quæ in
fabricâ illorum obſervavit, arte imitemur, nec ullum commodum
quod illa dedit negligamus, niſi forſan ut aliud majus eo ipſo
lucremur.

8. In magnitudine imaginum obſervandum eſt tribus illam tan-
tummodo rebus inniti : diſtantiæ ſcilicet quæ inter objectum &
locum ubi | radii ex ſingulis punctis ad oculi fundum miſſi decuſ-
ſantur ; deinde diſtantiæ quæ inter eundem locum & oculi fundum ;
& poſtremò refractioni horum radiorum. Sic cuivis patet ima-
ginem RST majorem fore, ſi objectum VXY propius accederet
ad K, ubi radii VKR & YKT decuſſantur, aut potius ad | ſuper- 139
ficiem BCD, ubi proprie decuſſari incipiunt, ut poſtea videbimus ;
vel etiam ſi oculum magis oblongum reddere poſſemus, ut diſtantia
major foret inter ſuperficiem BCD quæ hos radios decuſſat, &
fundum oculi RST ; aut tandem, ſi refractione non tam introrſum
ad S, ſed potius extrorſum, ſi fieri poſſet, incurvarentur. Et
quidquid ultra hæc tria imaginemur aut moliamur, nihil tamen
inveniemus quo imago grandior reddi poſſit.

9. Ipſum etiam poſteriori loco nobis notatum vix memorabile eſt, quum nunquam niſi parum admodum imago illius ope augeatur, idque cum tantâ difficultate ut ſemper minori operâ per alia fieri poſſit, quemadmodum mox intelligemus. Ipſam enim naturam videmus hoc neglexiſſe : nam, procurans ut radii VKR & YKT introrſum curventur ad S, permeando ſuperficiem BCD & 123, imaginem RST minorem delineavit quàm ſi ita cuncta ordinaſſet, ut extrorſum curvarentur; ut fit ad 5 in ſuperficie 456, aut ſi omnino rectos reliquiſſet. Nec magis opus eſt primum conſiderare, | niſi pateat acceſſus ad objecta; ſi verò pateat, manifeſtum eſt, quò propius illa contueamur, tantò majorem imaginem in oculo reddi. Naturâ autem non permittente propius oculis admota quàm ad diſtantiam dimidii pedis, aut circiter, commode à nobis cerni, ut artificium, quantum poteſt, huic obſtaculo medeatur, opus ſolummodo vitrum, quale eſt P de quo paulo ante locuti ſumus, interponere : cujus ope radii venientes ex puncto, proximo quoad licet, in oculum intrant, tanquam ſi ex alio ulterius remoto venirent. Maximum itaque, quod hâc operâ fieri poteſt, eſt ut tantùm duo-
140 decima vel decimaquinta iſtius diſtantiæ pars requi|ratur inter oculum & objectum, quæ ibi aliàs eſſe deberet; & ita radii, ex variis objecti punctis manantes, duodecies[a] aut quindecies propiores oculo decuſſati (vel etiam paulo magis, quum non ampliùs in oculi ſuperficie decuſſandi initium ſumant, ſed potius in vitro cui propiùs objectum adhærebit), imaginem delineabunt cujus diameter duodecies[a] aut quindecies major erit quàm omiſſo hoc vitro fuiſſet : & conſequenter ſuperficies ducenties circiter major erit, totieſque objectum diſtinctiùs repræſentabitur; & eâdem operâ multo majus ſimul apparebit, non quidem accurate ducenties, ſed magis aut minus, prout | magis aut minus remotum illud judicabimus. Si enim ex. gr. inſpiciendo objectum X per tranſverſum vitrum P, oculum noſtrum C diſponamus eodem modo quo diſponi deberet ad contemplandum aliud objectum, quod viginti aut triginta paſſibus à nobis diſtaret, & nullam aliunde loci cognitionem in quo illud ſitum ſit habentes, triginta paſſibus abeſſe judicemus[b], decies millies majus videbitur quàm revera eſt, adeo ut elephas ex pulice poſſit
141 fieri : certum enim eſt imaginem quam pulex in oculi fundo | delineat, quum tam prope adeſt, æque magnam eſſe ac illa quam elephas depingit triginta paſſibus inde remotus.

10. Et huic ſoli innititur inventio conſpicillorum unico vitro

a. decies *Elz*.
b. indicemus I *b*.

conſtantium, quorum in augendis & ſubtilius pervidendis rebus fa-
miliaris & ubivis cognitus uſus eſt, licèt vera illorum figura parum
hactenus innotuerit; & quoniam, ut plurimum, quoties illis utimur,
ſcimus objectum valde propinquum eſſe, nunquam tam magnum
videri poteſt quàm ſi ulterius remotum imaginaremur.

11. Unicus tantùm adhuc modus has imagines augendi reſtat,
quo nempe efficimus ut radii, ex diverſis punctis miſſi, quàm longiſ-
ſime fieri poteſt ab oculi fundo decuſſentur; ſed utiliſſimus omnium
ſine dubio & maximi momenti eſt. Unicus, utpote qui ad objecta,
tam acceſſa quàm inacceſſa, uſum ſuî præbere poſſit, & cujus effectus
nullis terminis circumſcribitur; ita ut hujus ope imagines ſemper
in majus augendo uſque ad indefinitam quantitatem expandere poſ-
ſimus. Ut, quum ex. gr. primus | humorum quibus oculus refertus
eſt eandem propemodum refractionem efficiat quam aqua com-
munis, ſi proxime admoveamus tubum aquâ plenum, ut E F, cujus
extremitas claudatur vitro G H I, quod figuram habeat ſimilem
membranulæ B C D illum humorem tegenti, & eodem modo ad
intervallum quo ab imâ oculi parte diſtabit reſpondentem, nulla am-
pliùs refractio fiet in illâ membranulâ B C D, ſed ea quæ antea ibi
fiebat, efficiens ut omnes radii, ex eodem puncto digreſſi, in eâ re-
gione incurvarentur, atque ut poſtea in eodem nervi optici puncto
coïrent, & conſequenter omnes ex diverſis punctis allabentes ibi
decuſſarentur, ut poſtea in diverſis aliis | punctis hujus nervi ſiſte- 142
rentur, fiet in ipſo tubi aditu G H I; & ita hi radii ibi decuſſati ima-
ginem R S T longe majorem delineabunt quàm ſi tantùm in ſuper-
ficie B C D id fieret; & quò magis in longum hic tubus porrectus
erit, tantò majores etiam imagines erunt. Et ſic, aquâ E F peragente
munus humoris K, vitro G H I membranulæ B C D, & tubi aditu
G I pupillæ, viſio eâdem ratione fiet ac ſi oculum natura | in tantum
porrexiſſet, quanta eſt longitudo hujus tubi.

12. Ubi haud aliud fuerit conſiderandum, niſi quòd naturalis pu-
pilla non tantùm inutilis ſit hoc caſu, ſed etiam noceat, anguſtiâ ſuâ
radios excludendo qui aliàs in latera fundi oculi inciderent, & ita
impediendo imagines tantum diffundi quantum diffunderentur, ſi
minus anguſta foret.

13. Atque hîc eſt advertendum particulares illas refractiones, quæ
paulo aliter in vitro G H I quàm in aquâ E F fiunt, minimi mo-
menti eſſe & vix dignas conſideratione: nam, quum hoc vitrum
ubivis æque craſſum ſit, licèt exterior ſuperficies magis hos radios
incurvet quàm aqua, ſtatim interior rurſus in eundem ſitum illos | 143
reducet. Et ob eandem hanc cauſam, nullam ſuprà mentionem

fecimus refractionum quas efficiunt membranæ, humores oculi involventes, ſed tantummodo illarum quas pariunt ipſi humores.

14. Sed, quum aquam, hâc ratione quâ diximus, oculo jungere operoſum, nec magis obvium accurate determinare figuram vitri G H I, quum illam membranæ B C D, cujus vicem ſupplere debet, non ſatis noſcamus, alio invento uti conſultius erit, & efficere, unius aut plurium vitrorum ope, vel etiam aliorum corporum pellucidorum, tubo incluſorum, ſed non tam prope oculis junctorum quin paululum aëris intercedat, ut in ipſo tubi aditu radii ex eodem puncto venientes | ita incurventur ut poſtea coëant in alio puncto, quod non multum abſit à fundo oculi per tubum iſtum reſpicientis; & præterea ut iidem radii ex tubo egredientes rurſus flectantur & diſponantur tanquam ſi non fuiſſent ante incurvati, ſed tantùm ex propiori loco venirent; & ſimul, ut ii qui ex diverſis punctis allabentur, in primo tubi aditu decuſſati, non rurſus egrediendo decuſſentur, ſed eodem modo ad oculum tendant ac ſi ex objecto majori aut propiori venirent. Ut, ſi tubus H F ſolido vitro impleatur, cujus ſuperficies G H I illius figuræ ſit ut omnes radios venientes ab X verſùs S mittat, & altera ſuperficies K M illius ut eoſdem egredientes ita frangat ut inde ad oculum tendant, tanquam ſi venirent à puncto x (quod ita locatum fingo ut eandem proportionem inter ſe lineæ x C & C S habeant, quam X H & H S; punctum enim X multo remotius ab oculo putandum eſt quàm in figurâ potuit exhiberi), ii,
144 qui ab V, illos neceſſario in ſuperficie G H I ſecabunt, | ideoque jam remoti ab illis exiſtentes quum ad alteram tubi extremitatem pervenerint, ſuperficies K M non poterit efficere ut rurſus ad invicem accedant, ſaltem ſi ſit concava, qualis hîc ſupponitur; ſed ad oculum eos remittet eodem fere modo ac ſi venirent ex puncto y. Quo ipſo, imaginem tantò majorem delineabunt quantò tubus longior erit; neque hîc neceſſarium | figuram ſuperficiei B C D accurate noſſe ad determinandam illam corporum pellucidorum, quæ huic uſui deſtinamus.

15. Sed, quoniam & hîc difficultas non levis, in inveniendis ſcilicet vitris aut aliis corporibus ejuſcemodi ſatis craſſis ad implendum tubum, ſatis itidem pellucidis lumini tranſmittendo, totum interius tubi ſpatium vacuum relinqui poteſt, & duo tantùm vitra, ejuſdem effectûs cujus duæ ſuperficies G H I & K L M, duabus extremitatibus illius applicari. Atque hoc unico totum teleſcopiorum inventum nititur, quod occaſionem hoc argumentum tractandi mihi dedit.

16. Tertio autem requiſito ad perfectionem viſionis, quatenus

organa exteriora illam juvant (ne ſcilicet actiones, | ſingula capillamenta nervi optici moventes, nimis debiles aut vehementes ſint), ipſa natura egregie proſpexit, datâ nobis poteſtate pupillam oculi vel contrahendi, vel diducendi. Sed | interim etiam aliquem arti locum reliquit. Primò enim, ſi actio ſit tam vehemens ut pupilla, quantum etiam arctetur, illam ſufferre nequeat (quod Solem intuentibus evenit), facile eſt huic rei mederi, applicato ad oculum corpore aliquo nigro, unico anguſto foramine pertuſo, quod munus pupillæ peragat; vel etiam reſpiciendo per nigrum byſſinum, aut ſimile aliud corpus, quod, excluſâ radiorum parte, non plures ex illis oculum ingredi permittat, quàm quot nervo optico moderate & ſine læſione movendo ſufficient. 145

17. Sin contrà debilior eſt actio quàm ut ſentiri queat, roborari poteſt (certe ſi ad objecta pateat acceſſus), radiis Solis illa exponendo, iiſque etiam ſpeculi vel vitri uſtorii ope collectis, ut tanto plus virium habeant, modò tamen ne tantum iis detur ut objecta urant & corrumpant.

18. Præterea, quoties ſpecillis de quibus diximus utimur, quum pupillam inutilem reddant, & exterior tubi apertura, quæ lumen admittit, illius officio fungatur, hæc etiam eſt quæ, prout viſionis vim frangere vel augere cupiemus, arctanda erit vel laxanda. Et notandum, ſi hæc apertura nihil pupillâ laxior foret, radios minus vehementer acturos in ſingulas fundi oculi partes, quàm ſi ſpecilla non admoverentur : idque eâdem proportione quâ hæc ſpecilla imagines, quæ ibi formantur, augerent, etiam non numeratis iis radiis qui, à ſuperficiebus vitrorum interpoſitorum rejecti, nihil prorſus virium haberent.

| 19. Sed multo majorem iſtam aperturam facere licet, & || 146 quidem eò majorem quò vitrum radiis replicandis deſtinatum puncto illi propius eſt, ad quod exterius vitrum, in quo radii iſti plicantur, ipſos agit. Nam, ſi ex. gr. vitrum GHI efficiat ut omnes radii puncti illius quod contemplamur tendant ad S, iique iterum erigantur per vitrum KLM ita ut inde paralleli ad oculum deferantur; ad inveniendam maximam latitudinem quam tubi apertura admittit, diſtantia inter K & M æqualis ſumenda eſt diametro pupillæ, & inde ductis duabus rectis ex puncto S per K & M, ſcilicet SK proferendâ ad *g*, & SM ad *i*, *gi* diametrum quæſitam dabit. Nam manifeſtum eſt, licèt major foret, non plures radios oculum ingreſſuros ex puncto ad quod aciem noſtram dirigimus, & eos qui præterea ex aliis locis accederent, quoniam viſioni non prodeſſent, iis qui prodeſſent ſe admiſcendo, illam tantùm magis confuſam red-

dituros. Sed, ſi loco vitri KLM adhibeamus *klm*, quod ob ſuam figuram propius ad S accedere debet, iterum diſtantia inter puncta *k* & *m* æqualis diametro pupillæ ſumenda erit : inde, ductis rectis S*k*G & S*m*I, GI diametrum aperturæ dabit qui quærebatur : | qui, ut videmus, tanto major eſt quàm *gi*, quantò SL major quàm S*l*.
147 Et ſi hæc linea S*l* non major erit quàm oculi | pupilla, æque fere viſio acuta erit & lucida ac ſi perſpicillum abeſſet, & objecta tantò propiora forent quantò jam majora videntur. Adeo ut ſi ex. gr. tubi longitudo efficiat ut objecti imago triginta milliaria diſtantis tam ingens in oculo formetur quàm ſi non ultra triginta paſſus remotum foret, latitudo aditûs, qualem hîc determinavi, tam lucide hoc objectum exhibebit quàm ſi vere triginta paſſus diſtans ſine teleſcopio illud intueremur. Et ſi hanc diſtantiam inter S et *l* adhuc minorem reddamus, adhuc magis perſpicue cuncta apparebunt.

20. Sed hoc præcipue tantùm uſui eſt quum objecta ſunt inacceſſa : nam quoties ad illa licet accedere, quò propius eis ſpecillum admovemus, eò arctior ejus apertura exterior eſſe poteſt, nec ullum inde vis viſionis capit detrimentum. Quemadmodum hîc videmus totidem radios, ex puncto X, parvum vitrum *gi* quot magnum GI intrare. Et omnino hæc apertura non major eſſe poteſt vitris ipſam claudentibus, quæ, ob requiſitam figuram, certam quamdam magnitudinem, paulo pòſt determinandam, excedere non debent.

21. Si interdum lumen ab objectis nimis vehemens effundatur, facilè illud minuetur, tectis circumcirca extremitatibus vitri | exterioris : & hoc melius erit quàm aliud magis obſcurum aut coloratum ſubſtituere; quod multi Solem contemplantes facere ſolent : quò enim anguſtior aditus, eò melius ſingula dignoſcentur, ut ſuprà de pupillâ agentes diximus. Obſervandum etiam præſtare hujus
148 vitri oram ex|trinſecus tegere quàm intrinſecus, ne forſan reflexiones, quæ ibi nonnullæ fierent, radios aliquos ad oculum mittant; ii enim ad viſionem nihil conferentes, ut ſuperflui, ei nocerent.

22. Unicum tantummodo ſupereſt quod hæc organa exteriora ſpectat, ſcilicet ut maximam, quoad fieri poteſt, copiam objectorum eodem tempore conſpiciamus. Et notandum hoc nullo modo requiri ad perfectionem melius videndi, ſed tantùm ad commoditatem videndi plura; imo fieri non poſſe ut amplius quàm unum objectum ſimul diſtincte intueamur : adeo ut hæc commoditas, plura confuſe interea videndi, nullum uſum habeat, niſi ut ſciamus in quam partem oculus poſtea detorquendus, ad contuendum id quod accuratius volumus conſiderare. Et huic rei natura ita proſpexit ut omnem aliquid addendi occaſionem arti præripuerit : imò, quò

magis, ope quorumdam ſpecillorum, magnitudinem lineamentorum imaginum in oculo formatarum augemus, eò pauciora illa objecta reddunt; quoniam ſpatium quod occupant nullâ ratione poteſt augeri, niſi fortè aliquantulum, ſi nempe | invertantur, quâ arte ob alias cauſas cenſeo eſſe abſtinendum. Sed facile eſt, ſi ad objecta pateat acceſſus, illa ipſa eo in loco ponere, in quo perfectiſſime per ſpeculum poſſint videri; ſi verò non pateat, ſpecillum ipſum machinæ imponere ita aptatæ ut ejus ope commodiſſime in quodlibet determinatum objectum convertatur. Atque ita, licèt hanc quartam conditionem nequeamus adimplere, nihil tamen ejus deſiderabitur propter quod erat expetenda.

23. Poſtremò, ne quidquam hîc omittamus, eſt adverten|dum 149
defectus oculi, qui in eo conſiſtunt quòd figura cryſtallini humoris, vel etiam magnitudo pupillæ, non ſatis pro arbitrio noſtro immutentur, uſu paulatim minui poſſe & corrigi : nam, quum hic humor & hæc tunicula pupillam continens ſint veri muſculi, functio illorum ipſo uſu augetur & facilior redditur, quemadmodum & reliquorum totius corporis muſculorum. Et propterea venatores ac nautæ, in jugi exercitio longe poſita videndi, ſculptores etiam aut alii ſubtilium operum artifices, in exercitio admodum propinqua, plerumque promptitudinem acquirunt acutius illa quàm reliqui homines intuendi.

24. Et ita proculdubio Indi, qui fixo obtutu Solem contemplati feruntur, nihil læſâ vel obſcuratâ luminis acie, quotidie illuſtria objecta inſpicientes, aſſuefacti fuere magis quàm nos pupillam contrahere. Verùm hæc Medicinæ magis propria, cujus eſt, | correctis naturalibus organis, viſionis vitia tollere, quàm Dioptricæ, quæ defectibus iiſdem, applicato aliquo organo artificiali, medetur.

CAPUT OCTAVUM.

De figuris quas pellucida corpora requirunt, ad detorquendos refractione radios, omnibus modis viſioni inſervientibus.

1. Hæc autem organa quâ ratione perfectiſſima fieri poſſint, ut accuratius mox percipiamus, neceſſarium eſt non prætermittere explicationem figurarum quas exigunt ſuperficies corporum pellucidorum, ad detorquendos & incurvandos luminis | radios, omnibus 150
modis qui viſioni conducunt. Quæ ſi non cuivis ſatis clara & per-

ſpicua videbitur, utpote Geometrica & paulo difficilior, ad minimum illis ſatis manifeſta erit, qui | prima hujus ſcientiæ elementa perceperunt. Et in primis, ne ulli diu exſpectatione ſuſpenſi teneantur, ſciendum omnes figuras, de quibus ſermo hîc inſtituitur, ex ellipſi & circulo, vel ex hyperbolâ vel ex lineâ rectâ, compoſitas fore.

2. Ellipſis eſt linea curva quam Mathematici, tranſverſim conum vel cylindrum ſecando, repræſentare ſolent, quâ etiam topiarios interdum uti videmus, inter cæteras areolarum & pulvillorum figuras quas in hortis ſuis diverſimode concinnant : à quibus quidem ſatis craſſe & incorrecte deſcribitur, ſic tamen ut melius natura illius hinc innoteſcat quàm ex cylindri aut coni ſectione. Duos palos humi defigunt, alterum ex. gr. in puncto H, alterum in puncto I, & nodo junctis duabus extremitatibus reſtis, paxillis illam circumponunt hoc modo quo videmus BHI. Deinde immiſſo digito, hos palos circumeundo & reſtim ſemper eâdem vi adducendo, ut æqualiter ſcilicet intendatur, lineam curvam DKB humi deſignant, quæ eſt ellipſis. Et ſi, non mutatâ longitudine funis, palos tantùm H & I aliquanto propius ad invicem admoveant, aliam denuo ellipſim deſcribent, ſed alterius ſpeciei quàm prior;
151 & ſi adhuc propius, | itidem aliam; poſtremò, ſi omnino con||jungant, circulum deſcribent. At ſi longitudinem reſtis eâdem proportione imminuant quâ diſtantiam paxillorum, deſcribent quidem ellipſes diverſarum magnitudinum, ſed quæ erunt omnes ejuſdem ſpeciei. Atque ita perſpicuum eſt illas infinitarum variarum ſpecierum eſſe poſſe, adeo ut unaquæque non minus diſtet à quâlibet aliâ quàm omnium ultima à circulo; & præterea illas, cujuſque ſpeciei, infinitarum magnitudinum eſſe poſſe. Item etiam hinc apparet, ſi ex aliquo puncto pro arbitrio in ellipſi electo, ut ex. gr. B, duas rectas agamus ad puncta H & I, ubi pali ad illam deſignandam defixi fuere, has duas lineas BH & BI junctas maximæ illius diametro DK æquales fore : quod vel ipſa conſtructio probat. Pars enim funis, extenſa ab I ad B & inde replicata ad H, eadem eſt quæ porrecta ab I ad K, vel ad D, inde itidem recurrit ad H : ita ut DH ſit æqualis[a] IK, & HD plus DI (quæ tantum valent quantum HB plus BI) toti DK æquales ſint. Et inſuper ellipſes, quæ deſcribuntur obſervando ſemper eandem proportionem inter harum maximam diametrum & diſtantiam inter puncta H & I, ſunt ejuſdem ſpeciei. Atque ob quandam proprietatem horum punctorum H & I, quam paulo pòſt diſcemus, foci nobis vocabuntur,

a. æquale *Elz*.

unus interior, alter exterior : ſcilicet ſi referantur ad illam ellipſeos
mediam partem quæ ad D, I erit exterior; ſi verò | ad alteram quæ
ad K, idem I erit interior; & quoties in poſterum abſolute foci
mentio fiet, ſemper exterior intelligendus erit. Præterea etiam
ſciendum, ſi per hoc punctum B duas rectas LBG & CBE du-
camus, quæ ſe mutuo ad angulos rectos interſecent, & quarum
altera LG angulum HBI in duas partes æquales dividat, al|teram 152
CE hanc ellipſim contacturam in puncto B, ita ut ipſam non
ſecet. Cujus demonſtrationem hîc addere ſuperſedeo, quoniam
Geometræ jam ſatis illam ſciunt, & alii non ſine tædio illi per-
cipiendæ incumberent. Sed quod imprimis hîc explicare ſtatui,
tale eſt.

Si ex eodem puncto B extra ellipſim proferamus rectam lineam
BA parallelam maximæ diametro DK, & illâ BA æquali ſumptâ
lineæ BI, ex punctis A & I in LG duas perpendiculares AL & IG
ſtatuamus, hæ duæ poſteriores AL & IG eandem rationem ad invi-
cem habebunt quam DK & HI. Adeo ut, ſi linea AB ſit luminis
radius, & hæc ellipſis DBK in ſuperficie corporis ſolidi pellucidi
exiſtat, per quod, juxta ea quæ ſuprà diximus, radii facilius quàm
per aërem tranſeant, eâdem proportione quâ linea DK alterâ HI
major eſt, hic radius AB ita detorquebitur in puncto B à ſuperficie
corporis hujus pellucidi, ut inde digreſſurus ſit verſus I. Et quo-
niam hoc punctum B pro arbitrio | in ellipſi aſſumptum eſt, omnia
quæ hîc de radio AB dicuntur, in univerſum de omnibus intelligi
debent qui paralleli axi DK in aliquod punctum hujus ellipſis
cadunt : ſcilicet omnes ibi ita detortum iri ut inde digreſſi coëant
in puncto I.

3. Atque hæc ita demonſtrantur : primò, | quia lineæ AB & NI,
itemque AL & GI, ſunt parallelæ, triangula rectan|gula ALB & 153
IGN ſunt ſimilia : unde ſequitur AL eſſe ad IG ut AB ad NI ; vel,
quia BI & AB ſunt æquales, ut BI ad NI. Deinde, ſi HO ducatur
parallela ipſi NB, & IB producatur uſque ad O, manifeſtum erit
BI eſſe ad NI ut OI eſt ad HI, propter triangula ſimilia BNI &
OHI. Denique, quoniam duo anguli HBG & GBI ſunt æquales ex
conſtructione, angulus HOB, qui eſt æqualis ipſi GBI, eſt etiam
æqualis ipſi OHB, qui nempe eſt æqualis ipſi HBG; ac proinde
triangulum HBO eſt iſoſceles, &, cùm linea OB ſit æqualis ipſi
HB, tota OI eſt æqualis ipſi DK, quoniam duæ ſimul HB & IB
ſunt ipſi æquales. Et ita, ut ab initio ad finem omnia repetamus,
AL ſe habet ad IG ut BI ad NI, & BI ad NI ut OI ad HI, & OI
eſt æqualis DK; unde AL eſt ad IG ut DK ad HI.

4. Adeo quidem ut, ſi, ad deſcribendam ellipſim DKB, lineis DK & HI hanc proportionem demus, quam experientiâ didicimus |utilem metiendis refractionibus omnium radiorum qui oblique ex aëre in vitrum, aut aliud corpus pellucidum quo uti volumus, tranſeunt; & ex hoc vitro corpus expoliamus ejus figuræ qualem deſcriberet hæc ellipſis, ſi in orbem circa ſuum axem DK rotaretur; radii in aëre paralleli huic axi, ut AB, *ab*, vitrum convexum illapſi, ita in ejus ſuperficie detorquebuntur ut omnes inde progreſſuri ſint
154 verſus focum I, qui ex | duobus H & I remotiſſimus eſt ab eo loco ex quo procedunt. Novimus enim radium AB in puncto B à ſuperficie curvâ vitri, quod repræſentat ellipſis DBK, eâdem ratione detorqueri debere ac detorqueretur à ſuperficie planâ ejuſdem vitri, quam linea CBE repræſentat, in quâ ex B refringi debet verſùs I, quum AL & IG ſint ad invicem quales DK & HI, id eſt quales eſſe debent ad dimetiendas refractiones. Et puncto B pro arbitrio in ellipſi ſelecto, quidquid de hoc radio AB demonſtratum eſt, debet etiam de aliis intelligi, qui erunt paralleli ipſi DK & in alia hujus ellipſeos puncta cadent ; adeo ut omnes debeant tendere verſùs I.

Præterea, quoniam omnes radii qui ad centrum circuli vel globi tendunt, perpendiculariter incidentes in ſuperficiem illius, nullam refractionem pati debent, ſi ex centro I circulum deſcribamus, quo intervallo viſum erit, dummodo conſiſtat inter D & I, ut BQB, lineæ DB & QB, circa axem DQ rotatæ, deſcribent figuram vitri quæ in aëre in puncto I omnes radios colliget, | qui ab alterâ parte paralleli huic axi in aëre fuerunt ; & vice verſâ omnes venientes ex puncto I parallelos ab alterâ parte exhibebit.

5. Et, ſi ex eodem centro I deſcribamus circulum RO, intervallo quo volumus ultra punctum D, ſelecto inde pro arbitrio in ellipſi
155 puncto B, ſic tamen ne longius diſtet à | D quàm à K, ducamus rectam BO tendentem ad I, lineæ RO, OB & BD, in orbem rotatæ circa axem RDI, figuram vitri deſcribent, quæ omnes radios parallelos huic axi, ab ellipſis parte, huc illuc ab alterâ parte diſperget, tanquam ſi omnes venirent ex puncto I. Patet enim | radium, ex. gr. PB, tantum detorqueri debere à ſuperficie concavâ vitri DBA, quantum AB à convexâ ſeu gibbâ vitri DBK ; & conſequenter BO in eâdem lineâ rectâ eſſe debere in quâ BI, quum & PB in eâdem rectâ ſit in quâ BA, & ita de reliquis.

6. Si verò in eâdem ellipſi aliam minorem ejuſdem ſpeciei deſcribamus ut *dbk*, cujus focus I in eodem loco conſiſtat in quo alter præcedentis etiam I, & alius focus *h* in eâdem rectâ lineâ in quâ

DH & verſus eandem partem, ſumptoque | pro arbitrio B, ut antea, 156
rectam B*b* ducamus tendentem ad I, lineæ DB, B*b*, *bd*, in orbem
rotatæ circa axem D*d*, deſcribent figuram vitri, quæ omnes radios,
ante occurſum parallelos, poſt tranſitum iterum parallelos reddet,
ſed in minus ſpatium coactos, à parte minoris ellipſeos *db*, quàm
à parte majoris. Et, ſi, ad evitandam craſſitiem vitri DB *bd*, ex
centro I deſcribamus circulos QB & *ro*, ſuperficies DBQ | & *robd*
ſitum & figuram duorum vitrorum minùs craſſorum repræſenta-
bunt, quæ idem efficere poterunt.

7. Et, ſi duo vitra DBQ & *dbq*, ſimilia quidem, ſed magnitudine
inæqualia, hâc ratione diſponamus ut axes eorum in eâdem rectâ
porrigantur, & duo illorum foci I in eodem loco concurrant, ſuper-
ficieſque circulares BQ & *bq* ſibi invicem obvertantur, idem etiam
omnino agent.

8. Et, ſi hæc duo vitra DBQ & *dbq*, ſimilia quidem, ſed magni-
tudine inæqualia, jungamus, vel quo libitum intervallo disjun-
gamus, ita tamen ut eorum axes in eâdem rectâ lineâ exiſtant, &
ſuperficies illorum ellipticæ adverſæ ſint, omnes radios venientes ex
foco alterutrius I in alterius itidem I ſiſtent.

9. Et, ſi duo diverſa DBQ & DBOR etiam hâc ratione jun-
gamus, ut ſuperficies illorum DB & BD mutuò obvertantur, omnes
radios venientes ex foco *i* vitri DBQ di|ſpergent, tanquam ſi veni- 157
rent ex I foco alterius vitri DBOR; aut, vice verſâ, omnes ten-
dentes ad punctum I colligent in altero *i*.

10. | Et poſtremò, duo DBOR & DBOR, adverſis ſuperficiebus
DB, BD juncta, radios qui unum perlapſi tenderent inde ad pun-
ctum I, denuo ex altero egredientes diffundent, tanquam ſi venirent
ex alio puncto I. Et hanc diſtantiam punctorum I pro arbitrio au-
gere poſſumus, magnitudinem ellipſis, ex quâ pendet, mutando.
Atque ita, ſolâ ellipſi & lineâ circulari, figuram præſcribere poſſu-
mus omnibus vitris quibus radios venientes ex uno puncto, aut
tendentes ad unum, aut parallelos, | alios in alios horum trium mu-
temus omnibus modis quos poſſumus imaginari.

11. Hyperbola eſt etiam linea curva, quam Mathematici per ſe-
ctionem coni non ſecus quàm Ellipſim explicant. Sed, ut meliùs
illam cognoſcamus, topiarium iterum producemus qui, inter alias
figurarum varietates quibus aream ſui horti diſtinguit, hanc etiam
adhibeat. Denuo duos palos defigit in punctis H & I, annexâque,
extremitati longæ regulæ, reſti paulo breviori, alteram regulæ
extremitatem perforat & ita injicit paxillo I, nodum autem, alterâ
extremitate reſtis nexum, palo H. Inde, poſito digito in puncto X

ubi mutuo junctæ ſunt regula & reſtis, deſcendit ad D, arctè
158 |interea regulæ junctam & velut agglutinatam reſtim tenens : quâ
operâ, prout deducit digitum, regulam circa paxillum rotans, li-
neam curvam XBD, hyperbolæ partem, in terrâ deſcribit. Et
poſtea, converſâ regulâ in alteram partem, eâque prolatâ ad Y,
eodem modo alteram partem YD deſignat. Et præterea, ſi transferat
nodum ſuæ reſtis in paxillum I, & extremitatem regulæ in paxillum
H, aliam | hyperbolen SKT deſcribet, planè ſimilem & oppoſitam
priori. Sed, ſi, regulâ & paxillis non mutatis, longiorem tantùm
reſtim admoveat, hyperbolen alterius ſpeciei deſignabit : &, ſi
adhuc paulo longiorem, adhuc alterius ; donec, ipſam regulæ planè
æqualem reddens, rectam lineam loco hyperboles deſcribet.
159 Deinde, ſi pa|xillorum diſtantiam mutet eâdem proportione, quâ
differentiam quæ inter longitudinem funis & regulæ, hyperbolas
ejuſdem quidem ſpeciei deſcribet, ſed quarum partes ſimiles magni-
tudine different. Et tandem, ſi æqualiter augeat longitudinem reſtis
& regulæ, manente differentiâ illarum & paxillorum intervallo, non
aliam hyperbolen deſcribet, ſed majorem illius partem. Illa enim
hujus lineæ natura eſt ut, licèt ſemper magis magiſque ad eandem
partem inclinet, tamen, in infinitum protenſa, nunquam extremitates
ſuas committat. Et ita videmus ipſam plurimis modis ad lineam
rectam referri, quemadmodum ellipſis ad circularem ; item infinitas
diverſarum ſpecierum eſſe, & ſingularum ſpecierum infinitas, qua-
rum partes ſimiles magnitudine differant. Et præterea, ſi ex aliquo
puncto, ut B, pro arbitrio in alterutrâ ex iis electo, duas rectas
ducamus ad puncta H & I, in quibus duo pali deſcriptioni inſer-
vientes defigi debent, & quæ itidem nominabimus focos, differentia
|harum linearum HB & IB ſemper æqualis erit lineæ DK, quæ
diſtantiam Hyperbolarum oppoſitarum deſignat. Hocque ex eo ap-
paret, quòd BI tantâ præciſè longitudine BH ſuperet, quantâ reſtis
eâdem regulâ brevior eſt ; & quòd etiam DI eâdem parte longior ſit
160 quàm DH. Nam, ſi à DI auferas KI, | cui æqualis eſt DH, DK
illorum differentiam habemus. Denique etiam videmus hyperbolas,
quæ ſervatâ eâdem proportione inter DK & HI deſcribuntur,
omnes ejuſdem ſpeciei eſſe. Et inſuper eſt obſervandum, ſi per pun-
ctum B, pro arbitrio in hyperbolâ[a] aſſumptum, rectam CE duca-
mus dividentem angulum HBI in duas æquales partes, hanc ean-
dem CE hyperbolen in puncto B tangere : cujus demonſtrationem
Geometræ in numerato habent.

a. Hyperbolâ] Ellipsi *Elz.*

12. | Hinc etiam notemus, ſi ex eodem puncto B ad interiora hyperboles rectam BA, parallelam axi DK, ducamus, & ſimul per idem punctum B lineam LG, ad angulos rectos ſecantem CE, proferamus, & deinde, ſumptâ BA æquali BI, à punctis A & I duas perpendiculares in LG mittamus, has duas poſteriores AL & IG eandem proportionem inter ſe habituras, quam duæ DK & HI. Et conſequenter, ſi hanc hyperboles figuram vitro dederimus, cujus refractiones metimur per proportionem quæ inter lineas DK & HI, illam omnes radios, axi ſuo in hoc vitro parallelos, extrinſecus collecturam in puncto I, ſaltem ſi convexum ſit hoc vitrum ; nam, ſi concavum, alios aliò diſperget, tanquam ſi venirent ex hoc puncto I.

Quorum hæc eſt demonſtratio. Primò, | quia lineæ AB & NI, itemque AL & GI, ſunt parallelæ, triangula rectangu|la ALB & 161 IGN ſunt ſimilia ; unde ſequitur AL eſſe ad IG ut AB ad NI ; vel, quia BI & AB ſunt æquales, ut BI ad NI. Deinde, ſi HO parallelam ducamus ad LG, manifeſtum eſt ita ſe habere BI ad NI quemadmodum OI ad HI, ob ſimilitudinem triangulorum BNI & OHI. Poſtremò, duobus angulis EBH & EBI ex conſtructione æqualibus, & HO, quæ parallela LG, ſecante ad angulos rectos CE, duo triangula BEH & BEO omnino erunt æqualia. Et ita, BH baſi unius | æquali exiſtente BO baſi alterius, relinquitur OI differentia inter BH & BI, quam ſupra diximus eſſe æqualem DK. Ideoque AL eſt ad IG quemadmodum DK ad HI. Unde ſequitur, obſervatâ ſemper inter lineas DK & HI proportione quæ apta eſt dimetiendis refractionibus vitri, aut ſimilis materiæ quâ uti animus eſt, (ſicut in deſcribendâ ellipſi fecimus : hoc tantùm excepto, quòd DK non poſſit hîc eſſe niſi breviſſima, cùm econtra, ubi de ellipſi agebatur, debuerit eſſe longiſſima) ſi de|ſcribamus partem hyper- 162 boles quantamlibet, ut DB, & à B ad angulos rectos deducamus in KD rectam BQ ; duas lineas DB & QB in orbem circa axem DK rotatas, figuram vitri delineaturas, quæ omnes radios illud permeantes & parallelos axi in aëre à parte ſuperficiei planæ BD, (in quâ nullam refractionem patiuntur), colliget ab alterâ parte in puncto I.

13. Et, ſi, factâ hyperbole *db* quæ ſimilis ſit | præcedenti, rectam *ro* ubcunque libuerit ducamus, ſic tamen ut, hyperbolâ non ſectâ, ad perpendiculum in axem illius *dk* incidat, & duo puncta *b* & *o* per aliam rectam parallelam axi *dk* jungamus, tres lineæ *ro, ob* & *bd,* rotatæ circa axem *dk,* deſcribent figuram vitri, omnes radios parallelos à parte ſuperficiei planæ huc illuc ab alterâ parte diſpergentem, tanquam ſi venirent ex puncto I.

Et, ſi, breviori ſumptâ lineâ H I ad deſcribendam hyperbolen vitri *robd*, quàm erat ad deſcribendam alteram vitri D B Q, diſponamus hæc duo vitra tali ratione ut axes illorum D Q, *rd* in eâdem rectâ jaceant, & duo foci in eodem loco I, adverſis duabus ſuperficiebus hyperbolicis, omnes radios axi ante occurſum parallelos, poſt
163 tranſitum iti|dem parallelos, & magis in arctum coactos à parte vitri *robd* quàm à parte alterius, reddent.

Et, ſi duo D B Q & *dbq*, ſimilia quidem, ſed magnitudine inæqualia, ita diſponamus ut axes illorum D Q & *dq* etiam in eâdem rectâ porrigantur, & duo foci in eodem loco I concurrant, | adverſis duabus ſuperficiebus hyperbolicis, idem agent quod proximè præcedentes, radios ſcilicet axi ab unâ parte parallelos, etiam ab alterâ parallelos reddent, & ſimul in arctius ſpatium cogent à parte minoris vitri.

Et, ſi planas ſuperficies duorum vitrorum D B Q & *dbq* jungamus, aut disjungamus intervallo quo lubet, obverſis tantùm ſuperficiebus planis, quamvis eorum axes in eandem rectam non coïncidant,
164 modò tantùm ſint pa|ralleli; vel potiùs, ſi componamus aliquod vitrum figuram duorum ita junctorum repræſentans, illius ope efficiemus ut radii venientes ex uno punctorum I in altero ab oppoſitâ parte coëant.

Et, ſi fabricemur aliquod vitrum, quod habeat figuram duorum D B Q & *robd*, ita junctorum ut eorum ſuperficies planæ ſe mutuò contingant, illud omnes radios venientes ex uno punctorum I diſgregabit, tanquam ſi venirent ex altero.

Et poſtremò, ſi vitrum componamus ejuſdem figuræ quam reddunt duo *robd*, quum ipſorum duæ planæ ſuperficies conjunctæ ſunt, efficiemus ut | omnes radii, qui convergentes in hoc vitrum ferentur tanquam ſi eſſent ultra ipſum coituri in puncto I, | poſtquam illud pertranſiverint, divergant tanquam ſi venirent ex altero puncto I.

Atque hæc omnia, meâ quidem ſententiâ, tam perſpicua ſunt ut ſola contemplatio figurarum ad rei cognitionem ſufficere poſſit.

14. Porro, eaſdem mutationes radiorum quas explicavimus primò per duo vitra elliptica, deinde per totidem hyperbolica, &
166 duo alia producere poſſunt, quorum hoc | hyperbolicum, illud ellipticum. Et, præter ea, infinita alia poſſumus imaginari, idem omnino agentia, ſcilicet ut omnes radii venientes ex uno puncto, aut tendentes ad unum, aut paralleli, ex aliis in alios horum trium mutentur. Sed hoc loco de iis verba facere ſupervacuum arbitror, quoniam commodiùs in Geometriâ poterunt explicari, atque ea quæ jam deſcripſimus ſunt omnium aptiſſima ad noſtrum inſtitu-

tum, quemadmodum hîc oſtendere conabor, &, eâdem operâ, exponendo præcipuas omnes differentias quæ inter ipſa eſſe poſſunt, quænam præ cæteris ſint eligenda demonſtrabo.

15. Harum differentiarum prima conſiſtit in eo, quòd figura unius delineatu longè facilior ſit quàm alterius; & certum eſt, poſt lineam rectam, circularem, & parabolam, ex quibus ſolis talis vitri figura componi non poteſt, nullam ellipſi aut hyperbolâ ſimpliciorem dari, ut cuivis inquirenti liquebit. Adeo quidem ut, quum linea recta delineatu facilior ſit quàm circularis, & hyperbole haud difficilior quàm ellipſis, vitra quorum | figuræ ex hyperbolis & rectis lineis componuntur, facillimè omnium expoliri poſſe videntur. Hinc ſecundum locum tenent quæ circulis & ellipſibus conſtant; reliquæ omnes, nobis non explicatæ, majoris ſunt operæ, « ſaltem quantum ex motuum quibus deſcribuntur ſimplicitate poteſt judicari; nam, ſi qui forſan artifices vitra ſphærica commodiùs expoliant quàm plana, hoc contingit ex accidenti, & ad hujus ſcientiæ theoriam, quam ſolam explicandam ſuſcepi, non ſpectat ».

16. Secunda differentia in eo eſt, quòd, inter plura vitra eodem modo radios immutantia qui referuntur ad unum aliquod punctum, aut paralleli ab alterâ parte veniunt, illa, | quorum ſuperficies ſunt 168
minùs, aut minùs inæqualiter, incurvatæ, ita ut refractiones minùs inæquales producant, radios ad alia puncta relatos vel ab aliâ parte venientes, ſemper aliquanto accuratiùs quàm reliqua immutent. Sed, ad perfectam hujus cognitionem, obſervatu neceſſarium eſt, ſolam inæqualitatem curvaturæ linearum, quibus figuræ horum vitrorum componuntur, obſtare quominus diſpoſitio radiorum qui referuntur ad plura diverſa puncta, aut paralleli veniunt ex pluribus diverſis partibus, æquè exactè mutetur atque illa radiorum qui ad unum tantùm punctum referuntur, aut veniunt ex unâ eâdemque parte paralleli. Si enim, ex. gr., ad radios venientes ex puncto A colligendos in puncto B, ſuperficies vitri interpoſiti GHIK omnino planæ eſſe deberent, ita ſcilicet ut linea recta GH, quæ unam ex iis repræſentat, vim haberet efficiendi ut omnes iſti radii, venientes à puncto A, fierent | paralleli dum eſſent in vitro, &, eâdem ratione, altera linea recta KI efficeret ut iidem, egredientes ex vitro, tenderent verſus B, eædem hæ lineæ GH & KI efficerent etiam ut radii omnes venientes à puncto C tenderent verſus D, &, generaliter, ut omnes ii qui ex aliquo punctorum lineæ rectæ AC (quam ſuppono parallelam ipſi GH), verſus unum aliquod ex punctis rectæ BD (quam facio parallelam ipſi IK & tantumdem ab eâ diſtantem quantum AC diſtat à GH), flecterentur : cùm enim hæ

169 lineæ GH & IK nullo modo incurvatæ ſint, omnia | puncta aliarum AC & BD referuntur ad ipſas eodem modo.

Simili ratione, ſi eſſet vitrum quale LMNO (cujus ſuppono ſuperficies LMN & LON eſſe duo æqualia ſphæræ ſegmenta), quod vim haberet efficiendi ut radii omnes egreſſi ex puncto A cogerentur in puncto B, haberet eodem modo efficiendi ut omnes ex puncto C cogerentur in D; &, generaliter, ut omnes qui procederent ex uno aliquo punctorum ſuperficiei C (quam ſuppono eſſe ſegmentum ſphæræ idem centrum habentis quod LMN), colligerentur in uno aliquo ex punctis ſuperficiei DB (quam itidem ſuppono eſſe ſegmentum ſphæræ idem habens centrum quod LON, & ab iſto centro æquè diſtare atque AC diſtat ab LMN; quoniam omnes partes harum ſuperficierum LMN & LON) ſunt æqualiter curvatæ reſpectu omnium punctorum | quæ ſunt in ſuperficiebus CA & BD.

17. Sed, quia nullæ lineæ ſunt in naturâ, præter rectam & circularem, quarum omnes partes eodem modo ſe habent ad omnia puncta alicujus alterius lineæ, & neutra ex his ſufficit ad componendam figuram vitri quæ omnes radios, venientes ex aliquo puncto, accuratè in alio colligere poſſit, ſatis liquet nullam earum quæ huic rei inſerviunt, omnes radios, ex aliquot punctis elapſos, accuratè in aliis punctis coacturam; &, ad ſeligendas ex iis, quæ
170 radios minùs diſpergunt circa locum in quo illos colligere | volumus, minùs curvatæ, & minùs inæqualiter, cæteris præferendæ erunt, ut, quantum poſſint, ad circularem aut ad rectam proximè accedant : & potiùs ad rectam quàm ad circularem, propterea quòd hujus partes habent tantùm eundem reſpectum ad illa puncta quæ æqualiter ab ejus centro diſtant, nec ullum aliud eodem modo reſpiciunt quo illud centrum. Unde facilè concluditur Ellipſin ab Hyperbolâ hâc in re ſuperari & nullam excogitari poſſe vitri figuram, quæ omnes radios ex diverſis punctis venientes in totidem aliis æquè remotis à vitro ac priora tam accuratè colligat, quàm illa quæ conſtat ex duabus æqualibus Hyperbolis. Et quidem, etiam ſi hîc accuratæ totius hujus rei demonſtrationi ſuperſedeam, facilè tamen eſt applicare ea quæ jam dixi ad alios modos inflectendi radios qui reſpiciunt diverſa puncta, vel paralleli veniunt ex diverſis partibus, | atque ita cognoſcere vitra hyperbolica, vel ad hoc eſſe omnium aptiſſima, vel certè nullis aliis tam inſigniter minùs apta, ut iis idcirco debeant poſtponi quibus jam diximus eſſe præferenda, ex eo quòd faciliùs poliantur.

18. Tertia horum vitrorum differentia in eo conſiſtit, quòd una efficiant ut radii, qui ea pertranſeuntes decuſſantur, paulo magis

poſt illam decuſſationem ab invicem removeantur, & alia paulo minùs. Ut, ſi, ex. gr., radii G,G veniant ex centro Solis, I,I ex ſiniſtrâ ejus circumferentiæ parte, & K,K ex dextrâ, poſtquam pertranſiverint vitrum hyperbolicum DEF, magis ab invicem removebuntur quàm prius « (hoc eſt : angulus MFL major erit angulo IFK, & ita de cæteris) »; & contrà, poſtquam per|tranſiverint ellipticum 171 ABC, magis ad invicem accedent « (hoc eſt : angulus MCL minor erit angulo ICK) »; adeo ut hoc ellipticum puncta L,H,M ſibi invicem propiora reddat quàm | hyperbolicum; & quidem tanto magis propinqua reddit, quanto craſſius eſt.

19. Sed, quantam demum craſſitiem illi demus, nunquam, niſi ad ſummum quartâ vel tertiâ parte, propiùs quàm hyperbolicum illa junget. Atque hæc diverſitas à quantitate refractionum quæ in vitro fiunt ita pendet ut cryſtallus montana, quæ illas paulo majores reddit quàm vitrum, poſſit etiam hanc paulo majorem efficere. Sed nullius figuræ vitrum poteſt excogitari, quod hæc puncta L,H,M multo magis ſejungat quàm hyperbolicum, nec quod magis cogat quàm ellipticum.

20. Hîc autem, ex occaſione, notare poſſumus quo ſenſu ſuprà dictum ſit, radios ex diverſis punctis manantes, aut | diverſis par- 173 tibus parallelos, omnes in primâ ſuperficie decuſſari quæ efficiat ut in totidem aliis iterum colligantur; ut quum audivimus illos objecti VXY, qui imaginem RST in oculi fundo delineant, decuſſari in primâ illius ſuperficie BCD. Hoc enim ex eo pendet, quòd, ex. gr., tres radii VCR, XCS & YCT, reverà decuſſentur in hâc ſuperficie BCD in puncto C. Unde ſequitur, licèt radius VDR longè altiùs occurrat radio YBT, & VBR inferiùs radio YDT, quia tamen ad eadem puncta tendunt ad quæ VCR & YCT, eâdem ratione conſiderari poſſe ac ſi in eodem loco decuſſarentur. Et, quum eadem hæc ſuperficies BCD illos ita diſponat ut omnes ad eadem puncta tendant, potiùs cogitare debemus ibi | univerſos decuſſari, quàm ſuperiùs aut inferiùs. Non obſtante quòd & aliæ ſuperficies | 123 & 456 illos detorquere poſſint. Quemadmodum duo bacilla curva ACD & BCE, licèt multum à punctis F & G recedant, ad quæ irent ſi recta eſſent & tantumdem atque nunc in puncto C decuſſarentur, nihilominus tamen reverà in hoc puncto C decuſſantur. Sed interim adeo curva eſſe poſſent, ut iterum in alio puncto decuſſarentur. Et, eâdem ratione, radii permeantes duo vitra convexa DBQ & *dbq* in ſuperficie prioris decuſſantur, deinde iterum in alterâ poſterioris, ii ſaltem qui ex diverſis partibus allabuntur : alios enim qui ex eâdem manant, palam eſt demum in puncto I decuſſari.

21. Obiter etiam obſervemus, radios Solis, vitro elliptico ABC
174 collectos, vehementiùs urere quàm ſi per hyper|bolicum DEF col-
lecti forent. Neque enim tantummodo radiorum ex centro Solis ma-
nantium, ut GG, ratio habenda, ſed etiam aliorum qui, cùm ex aliis
ejus partibus fluant, non multò minus virium habent quàm illi qui
ex centro; adeo ut vehementia caloris quem excitant æſtimari de-
beat ex magnitudine vitri vel ſpeculi quod illos colligit, comparatâ
cum magnitudine ſpatii in quo colligit. Ita, ex. gr., ſi diameter vitri
ABC ſit | quadruplo major diſtantiâ quæ eſt inter puncta L & M,
radii ejus ope collecti ſedecies tantum roboris habebunt, quantum
haberent vitrum planum permeantes, quod illos nullo modo detor-
queret. Et, quoniam diſtantia inter puncta M & L major vel minor
eſt, pro ratione intervalli quod eſt inter illa & vitrum ABC, vel ſi-
mile aliud corpus radios ibi cogens, nec ipſam magnitudo diametri
hujus corporis, nec particularis ejus figura, niſi unâ quartâ aut ad
ſummum tertiâ parte, poteſt augere, certum eſt hanc lineam com-
burentem in infinitum, quam quidam ſomniarunt, vanam & imagi-
nariam eſſe.

22. Et, ſi duo vitra vel comburentia ſpecula ſumamus, quorum
unum altero majus; qualiacunque demum ſint, dummodo ſimilium
figurarum, majus quidem radios Solis in ſpatio majori colliget,
longiùs etiam à ſe reddet quàm minus : interim, in ſingulis par-
tibus hujus ſpatii, non plus virium hi radii habebunt quàm in al-
tero, in quo minus illos colligit. Atque ita vitra & ſpecula valde
175 exigua fieri | poſſunt, æquè vehementer comburentia ac maxima. Et
ſpeculum comburens, cujus diameter non multo major eſt centeſimâ
circiter parte diſtantiæ quæ inter illum & locum in quo radios Solis
colligere debet : id eſt, cujus eadem ſit ratio ad hanc diſtantiam,
quæ diametri Solis ad eam quæ inter nos & Solem : licèt Angeli
manu expoliatur, non magis calefaciet illum locum, in quo radios
quammaximè colliget, quàm illi radii qui, ex nullo ſpeculo reflexi,
directè ex | Sole manant. Atque hoc etiam fere eodem modo de vitris
comburentibus intelligi debet. Unde patet eos qui non conſum-
matam Optices cognitionem habent, multa fingere quæ fieri non
poſſunt ; & ſpecula illa famoſa, quibus Archimedes navigia procul
incendiſſe fertur, vel admodum magna fuiſſe vel potiùs fabuloſa eſſe.

23. Quartum diſcrimen, in vitris de quibus agimus notandum,
ad ea imprimis pertinet, quæ mutant diſpoſitionem radiorum ex
176 propinquo aliquo puncto manantium, & in | eo conſiſtit quòd alia,
nempe quorum ſuperficies illi puncto obverſa quammaximè eſt con-
cava pro ratione ipſorum magnitudinis, majorem copiam radiorum

admittant quàm alia, licèt diametrum non habeant majorem. Et in hâc re vitrum ellipticum NOP (quod tam[a] magnum ſupponimus, ut extremitates illius, N & P, ſint puncta determinantia minimam ellipſis diametrum), hyperbolicum | QRS ſuperat, licèt pro arbitrio magnum fingatur, & ad hunc effectum nullo alio inferius eſt.

24. Poſtremò, hæc vitra etiam in hoc differunt quòd, ad eadem effecta producenda circa radios qui referuntur ad unicum punctum vel ſunt paralleli, illa quæ ſunt quarumdam figurarum, debeant eſſe plura numero, vel efficere ut radii qui alia puncta vel alias partes reſpiciunt, pluribus vicibus decuſſentur, quàm quæ ſunt aliarum. Ut ſupra vidimus, ad radios ex uno puncto manantes in alio colligendos aut diſpergendos tanquam ſi ex alio venirent, aut rurſus ad diſpergendos illos qui verſus aliquod punctum tendunt, tanquam ſi ex aliquo alio egrederentur, ſemper | duo vitra elliptica 177
eſſe adhibenda, quum ad idem efficiendum unico tantùm hyperbolico opus ſit; & parallelos, ſervato paralleliſmo, in minus ſpatium quàm antea occupabant arctari poſſe, tam per duo vitra hyperbolica convexa, quæ radios ex diverſis punctis venientes bis decuſſant, quàm per convexum & concavum, quæ ſemel tantùm eoſdem decuſſant. Sed manifeſtum eſt nunquam pluribus vitris utendum, quoties unum ſufficit, nec procurandum ut ſæpius radii decuſſentur, ubi ſemel decuſſati idem præſtare poſſunt.

Atque ex his omnibus eſt concludendum vitra elliptica & hyperbolica cunctis aliis, quæ poſſunt excogitari, præſtare; & præterea fere ſemper hyperbolica ellipticis eſſe præferenda. Quibus præmiſſis, hîc deinceps exponam | quâ ratione mihi videatur unumquodque genus ſpecillorum fieri debere, ut quammaximam perfectionem acquirat.

CAPUT NONUM.

Deſcriptio Specillorum.

1. Primò omnium neceſſarium eſt pellucidam materiam eligere, politu facilem & tamen ſatis duram ad figuram, quæ ipſi dabitur, retinendam : præterea minimum coloratam & quamminimè reflexioni obviam. Et quidem in hunc uſque diem non alia reperta fuit quæ omnes has conditiones perfectiùs expleat quàm vitrum

a. tam] tunc *Elz.*

valde purum & tranſlucidum, ex cinere ſubtiliſſimo conſlatum.
178 Licèt enim cryſtallus montana | purior & pellucidior videatur, ta-
men, quum ſuperficies illius plures radios quàm vitrum reflectant,
ut experientia docere videtur, non tam apta forſan noſtro propoſito
fuerit. Hîc autem, ad cognoſcendam hujus reflexionis cauſam, &
quare potiùs in ſuperficiebus, tum vitri tum cryſtalli, fiat quàm in
medio illorum, item quare major in ſuperficie cryſtalli quàm vitri,
nobis in memoriam revocandum eſt quâ ratione ſuprà naturam lu-
minis deſcripſerimus, dicentes illam | nihil eſſe in pellucido cor-
pore, præter actionem, aut inclinationem ad motum, materiæ
cujuſdam ſubtiliſſimæ, omnes illius poros replentis; & cogitandum
poros omnium corporum pellucidorum adeo æquales & rectos eſſe,
ut facillimè hanc materiam ſubtilem ſine morâ & offenſione tranſmit-
tant; ſed nunquam poros duorum corporum pellucidorum diverſæ
naturæ, ut illi aëris & vitri ſeu cryſtalli, tam accuratè ad invicem
reſpondere, quin ſemper nonnullæ particulæ materiæ ſubtilis, ma-
nantes, ex. gr., ex aëre ad vitrum, inde reſiliant, partibus ſolidis
ſuperficiei illius occurrentes : &, eâdem ratione, ex vitro in aërem
delatæ, partibus ſolidis ſuperficiei aëris obviæ, eò unde venerant
reflectantur : ſunt enim in aëre multæ quæ, reſpectu hujus materiæ
ſubtilis, ſolidæ poſſunt nominari. Quibus cognitis, ſi conſideremus
cryſtallum componi ex partibus ſolidis craſſioribus, & poros habere
anguſtiores, quàm vitrum, quemadmodum ex majori ejus duritie
ſimul & pondere ſatis patet, facilè credemus illam plures ex iſtius
materiæ ſubtilis particulas ſuperficie ſuâ repulſuram, & ex conſe-
quenti paucioribus radiis aditum præbituram quàm vel aër vel
179 vitrum, licèt interea faciliorem tranſitum, quàm illa, præbeat | iis
quibus præbet, juxta ea quæ ſuprà dicta ſunt.

2. Itaque, ſelecto puriſſimo vitro, minimè colorato & pauciſſimos radios reflectente, ſi illius ope | defectui eorum opem ferre volumus, quorum acies non tantum ad remota valet quantum ad propinqua, vel contrà non tantum ad propinqua quantum ad remota, aptiſſimæ ad hoc figuræ erunt quæ ex hyperbolis conſtant. Ut, ſi, ex. gr., oculus B vel C à naturâ comparatus ſit ad colligendos in ſuo fundo omnes radios manantes ex puncto H vel I, at non illos ex V vel X, ut tamen & hoc V vel X accuratè cernat, interponendum eſt vitrum O vel P, cujus ſuperficies, una concava, altera convexa, ope duarum hyperbolarum deſcriptæ ſunt, & concava, quæ oculo eſt obvertenda, habet pro foco punctum H vel I, & convexa punctum V vel X.

3. Atque, ſi punctum I vel V ſatis remotum ſit ab oculo, nempe

ad quindecim aut viginti pedes aut amplius, tunc, loco hyperbolæ cujus focus eſſe deberet, ſufficiet uti lineâ rectâ, & ſic facere unam ex ſuperficiebus vitri omnino planam : nempe interiorem, quæ oculo obverti debet, | ſi ſit punctum I quod ita remotum ſupponimus ; & 180
exteriorem, ſi ſit punctum V. Tum enim tanta objecti pars, quanta eſt oculi magnitudo, loco unius puncti erit, quum non plus | ſpatii in oculi fundo occupet, quàm extremitatem unius capillamenti nervi optici.

Neque etiam neceſſarium eſt, quoties objecta paulo magis vel minùs diſtantia volumus contueri, alia ſtatim adhibere vitra; ſed ſufficit ad uſum habere duo, quorum alterum diſtantiæ rerum, quas vulgò contemplamur, minimæ congruat, & alterum maximæ ; vel etiam unum, quod inter hæc duo medium ſit. Cùm enim oculi, quibus aptari debent, non omnino immoti ſint & rigidi, facilè ad figuram talis vitri mutantur.

4. Quod ſi etiam, ope unius vitri, cupiamus efficere ut objecta acceſſa (id eſt quæ oculo quantum volumus poſſunt admoveri) multo majora & magis diſtinctè appareant quàm dum reſpiciuntur ſine ſpecillis, commodiſſimum erit ſuperficiem hujus vitri interiorem omnino planam reddere, exteriorem autem hyperbolicam cujus focus in eo loco ſit in quo objectum libuerit collocare. Notandum tamen hîc commodiſſimum dici, « non omnino optimum » : nam concedo quidem, ſi huic ſuperficiei figuram ellipſeos demus, cujus itidem focus ibidem ſit ubi objectum, & alteri figuram ſegmenti ſphæræ, cujus centrum in eodem hoc foco, effectum paulo majorem fore ; ſed multo minùs commodè tale vitrum poterit expoliri. Hic autem focus, ſive hyperbolæ ſive ellipſis, tam propinquus eſſe debet ut, objecto (quod | non niſi valde exiguum eſſe poteſt) ibi locato, non majori intervallo diſtet à vitro quàm neceſſe eſt ut lumen, quo debet illuſtrari, ex circumjacentibus lo|cis ad illud accedat. Atque 181
hoc vitrum thecâ aliquâ eſt ita includendum ut totum illâ contegatur, mediâ tantùm ejus parte exceptâ, quæ magnitudine pupillam æquet, vel etiam ſit paulo minor. Debentque omnes hujus thecæ partes, quæ oculo obvertentur, nigræ eſſe ; & præterea non erit inutile ipſius oras holoſerico nigro circumdare, ut tanto commodiùs, oculo quamproximè admota, radios omnes luminis excludat, præter eos qui per partem vitri detectam admittentur. Sed extrinſecus præſtabit ejus ſuperficiem albam eſſe, vel potiùs terſam & politam, figuramque habentem ſpeculi concavi, ut omnes radios luminis in ſe effuſos ad objectum reflectat. Et, ad ſuſtinendum objectum eo in loco in quo debet eſſe ut opere ſpecilli conſpiciatur, non

improbo perexiguas illas ampullas ex vitro vel cryſtallo, quarum uſus in Galliâ jam vulgaris eſt & frequens. Sed, ut aliquanto plus artis adhibeamus, melius erit ſi fulcro aliquo, brachioli inſtar ex thecâ protenſo, ſuſtineatur. Et denique, ut abunde luminis adſit, totum ſpecillum ſimul cum objecto erit Soli obvertendum. Ut, ſi A ſit vitrum, C pars interior thecæ cui | incluſum eſt, D exterior, E objectum, G brachiolum ſuſtinens; H oculus, & I Sol, cujus radii directè in oculum non penetrant, ob interjectum tam conſpicillum quàm objectum, ſed, effuſi in corpus album vel ſpeculum D, reſiliunt inde primò ad E, & tandem ab E ad oculum.

182 5. Si verò aliquod ſpecillum ad aſtra & | alia objecta remota & inacceſſa contemplanda volumus fabricare, duobus hyperbolicis vitris, convexo uno & altero concavo, duabus tubi extremitatibus, ut hîc videri poſſunt, inſertis id erit componendum. Et, primò, *abc*, ſuperficies vitri concavi *abcdef*, figuram hyperbolicam exigit, cujus focus eâ diſtantiâ abſit à quâ oculus, cui hoc perſpicillum paratur,
183 quamaccuratiſſimè ſua objecta cer|nit. Hîc, ex. gr., oculo G ita diſpoſito ut diſtinctiùs cognoſcat objecta, quæ ad H, quàm ulla alia, H debet eſſe focus hyperboles *abc* : & pro ſenioribus, qui rectiùs objecta remota quàm propinqua vident, hæc ſuperficies *abc* omnino plana eſſe debet; contrà, pro iis quorum acies ad propinqua valet, ſatis concava. Altera ſuperficies *def*[a] figuram alterius hyperbolæ expoſcit, cujus focus I tranſverſum pollicem aut circiter ab eâ diſtet, ita ut oculi fundum contingat, cùm ejus ſuperficiei perſpicillum erit conjunctum. Hæ tamen proportiones non tam abſolutè neceſſariæ ſunt, quin multùm etiam mutari poſſint, | ita ut, non aliter factâ ſuperficie *abc* pro ſenibus, nec pro myopibus, quàm pro cæteris, omnibus oculis idem perſpicillum poſſit inſervire, ſi tantùm ejus tubus nunc aliquantulum diducatur, nunc contrahatur. Et, quod ad ſuperficiem *def*, forſan, ob difficultatem ipſam multùm excavandi, præſtabit figuram hyperboles illi dare, à quâ focus aliquanto magis diſtet quàm dictum eſt : quod uſus feliciùs quàm mea præcepta docebit. Et | in univerſum hoc tantùm dico : quò propiùs aderit hoc punctum I, reliquis paribus, eò majora objecta viſum iri, quia tunc oculus ita erit diſponendus, ac ſi propiora eſſent; & viſionem magis fortem ſive perſpicuam futuram, quia tunc alterius vitri diameter poterit major eſſe : verùm, ſi nimis vicinum fiat, illam non adeo diſtinctam fore, quia tunc multi radii nimis obliquè pro ratione aliorum in vitri ſuperficiem cadent. Diameter autem

a. *def*] *df* *Elz*.

hujus vitri, ſive pars quæ retecta eſſe debet, cùm tubo KLM incluſum eſt, ſatis magna erit, ſi aliquantulum excedat pupillæ quammaximè diductæ quantitatem. Et, quod ad ejus craſſitiem attinet, nunquam nimis exigua | eſſe poteſt; licèt enim, illam augendo, 184
imagines objectorum paulò majores reddantur, quia tunc radii à diverſis punctis venientes paulò magis in eâ parte, quæ oculum reſpicit, divergunt, fit etiam econtra ut pauciora & minùs diſtinctè appareant; ſuntque aliæ viæ commodiores ad imaginum magnitudines augendas. Quantum ad vitrum convexum NOPQ, ſuperficies illius NQP[a], objecta reſpiciens, omnino plana eſſe debet, & altera NOP hyperbolica, cujus focus I[b] accuratè in eundem locum cadat in quem alterius hyperboles *def;* & quò perfectius teleſcopium deſideramus, eò magis focus iſte removendus eſt à puncto O. Præterea magnitudo diametri hujus vitri determinatur à duabus rectis lineis I *d* N & I *f* P, ductis à foco I per *d* & *f*, extremitates diametri vitri hyperbolici | *def*, quam diametro pupillæ æqualem eſſe ſuppono. Sed, etiamſi diameter vitri NOPQ aliquanto minor ſit, tamen objecta propterea non magis confuſa, nec minora, ſed tantùm minori luce perfuſa apparebunt. Quapropter, quoties illa nimis lucida erunt, diverſi circuli nigri chartacei, vel ſimiles, in promptu habendi, ut 1, 2, 3, ad obtegendas illius oras, & partem ejus retectam, quantùm lumen ex objectis effuſum permiſerit, anguſtiſſimam reddendam. Craſſities autem hujus vitri neque prodeſſe neque obeſſe poteſt, niſi forſan ideo poteſt obeſſe, quòd vitrum, quamvis puriſſimum & maximè terſum, ſemper tamen radios aliquanto plures reflectat quàm aër. Tubus KLM ex materiâ firmâ & ſolidâ fieri debet, ut duo vitra, duabus illius extremitatibus immiſſa, accuratè ſemper eodem ſitu ibi hæreant. Totus etiam intrinſecus niger eſſe debet, atque holoſerico nigro circa oram ad M veſtiri, ut arctè oculo
| junctus omnem lucem excludat, eâ exceptâ quæ permeabit vitrum 185
NOPQ. Longitudinem autem illius & latitudinem diſtantia & magnitudo duorum vitrorum certam reddit. Poſtremò, neceſſarium erit hunc tubum machinæ cuidam imponi, ut RST, cujus operâ verti in omnes plagas poſſit & firmiter ſiſti è regione objectorum quæ volumus contemplari. Et, hujus quoque rei gratiâ, dioptra vel duo pinnacidia, ut V, V, huic machinæ affigenda erunt; & inſuper etiam, quia, quò magis hæc perſpicilla | objectorum imagines augent, eò pauciores ſimul repræſentant, non abs re fuerit iis, quæ

a. NOP *Elz.*
b. I. *omis Elz.*

illas quammaximè augent, alia minùs perfecta adjungere, ut eorum ope tanquam per gradus ad cognitionem loci, in quo erit objectum quod perfectiſſima exhibebunt, deveniatur. Talia hîc ſunt XX & YY, quæ perfectiſſimo QLM ita adjuncta eſſe ſuppono ut, ſi vertatur machina cui impoſita ſunt donec per dioptras V, V planeta Jovis appareat, idem etiam per ſpecillum XX apparebit, & præterea, hujus ſpecilli ope, quatuor alii minores planetæ Jovem comitantes dignoſcentur. Deinde, ſi machina rurſus ita dirigatur ut unus aliquis ex his minoribus planetis per centrum hujus ſpecilli XX conſpiciatur, conſpicietur etiam per aliud ſpecillum YY, ubi, quia ſolus & multò major quàm priùs apparebit, diverſæ etiam regiones in eo diſtinguentur. Et denique, ex his regionibus, quæ per centrum hujus ſpecilli YY ſpectabitur, ſpectabitur etiam per tertium ſpecillum KLM, cujus ope variæ res minores, quæ in illâ regione erunt, diſcernentur. Sed ſciri non poſſet iſtas res eſſe in tali regione talis ex planetis quæ Jovem comitantur, ſine ope aliorum; nec etiam illud
186 in loca determinata, verſus | quæ volumus reſpicere, commodè dirigere poſſemus.

His autem tribus perſpicillis, quartum aut plura perfectiora poterunt adjungi, ſaltem ſi artificibus induſtria ad id requiſita non deſit. Et nullum quidem inter hæc perfectiſſima & imperfectiora diſcrimen eſt, niſi quòd eorum | vitrum convexum debeat majus eſſe & ejus focus remotior. Denique, ſi manuum induſtria præſtare poſſit quod ars docet, hujus inventi beneficio poterimus res tam particulares & minutas in aſtris videre, quàm ſint eæ quas vulgò in terrâ percipimus.

6. Si verò ſpecillum habere cupiamus, cujus ope objecta propinqua & acceſſa quàm diſtinctiſſimè fieri poteſt conſpiciantur, & multo
187 diſtinctiùs quàm ope illius quod pau|lo antè hunc in uſum deſcripſimus, illud itidem duobus vitris hyperbolicis, uno concavo, convexo altero, duabus tubi extremitatibus incluſis erit componendum. Et concavo *abcdef* eadem figura danda quæ proximè præcedenti, ut & ſuperficiei interiori convexi NOP; exterior autem NRP, quam illud totam planam habebat, hîc admodum convexa requiritur, & hyperbolica cujus focus exterior Z ita propinquus ſit ut, objecto ibi locato, non plus ſpatii illud & vitrum interjaceat quàm admittendæ luci ad illud illuminandum requiritur. Et diameter hujus vitri non tanta requiritur quanta in præcedenti ſpecillo, nec etiam tam exigua ſufficit quàm illa vitri A paulo antè deſcripti, ſed talis circiter eſſe debet ut recta NP, quæ illam[a] deſi-

a. illum *Elz.*

gnat, tranſeat per focum interiorem hyperboles NRP & in hâc
hyperbolâ utrimque terminetur: ſi enim minor foret, pauciores ra-
dios ab objecto Z reciperet; ſin major, paulo plures tantùm admit-
teret; ita ut vitri craſſities, quæ tunc multo major evaderet, non
minus de illorum vi detraheret quàm | ejuſdem latitudo augeret; &
præterea non tantum luminis verſus objectum Z reflecti poſſet. E
re quoque erit hoc conſpicillum machinæ cuidam, ut ST, impo-
nere, quâ ſemper Soli obverſum teneatur. Et vitrum NOPR ſpeculo
parabolico concavo includendum erit, ut CC, quod omnes Solis
radios reflectat ad punctum Z, in quo objectum parvo brachiolo G,
alicunde ex ſpeculo protenſo, ſu|ſtineatur. Et præterea hoc bra- 188
chiolum fulcire debet aliquod corpus nigrum & opacum, quale
HH, quod objectum Z undiquaque circumſtet, & accuratè magni-
tudinem vitri NOPR adæquet, ut nempe impediat ne qui radii
Solis directè incidant in hoc vitrum: inde enim intrantes | tubum,
quidam eorum proculdubio ad oculum reſilirent, & non nihil de
viſionis perfectione detraherent, quia, quamvis hic tubus debeat in-
trinſecus fieri nigerrimus, nullum tamen corpus tam perfectè ni-
grum eſſe poteſt, ut omnem vim luminis aliunde in illud delapſi
obtundat & nullos omnino radios reflectat: præſertim ſi lumen
illud ſit ſatis forte, quale eſt Solis. Præterea corpus opacum HH
debet habere in medio foramen, quale Z, ejuſdem magnitudinis
cujus objectum, ut, ſi id forſan quodammodo ſit pellucidum, etiam
per directos Solis radios illuminetur; imò, ſi neceſſe ſit, per eoſdem
< à > comburenti vitro II, quod æquè latum ſit ac NOPR, collectos
in puncto Z, ut omni ex parte tantum luminis in objectum mittatur
quantum ſine periculo uſtionis poterit ferre. Et facile erit, velatâ
parte ſpeculi CC vel vitri II, nimiam illorum vim temperare. Ne-
minem ignorare exiſtimo quare hîc tam ſollicitè curem ut quam-
plurimâ luce objectum illuſtretur, & ut quamplurimi ex eo radii ad
oculum pertingant: vitrum enim NOPR, quod in hoc ſpecillo pu-
pillæ vice fungitur, & in quo radii ex diverſis punctis manantes
decuſſantur, cùm multo vicinius ſit objecti quàm oculi, efficit ut hi
radii per multo majus ſpatium ſe extendant in membranulâ illâ quæ
ex extremitatibus nervi optici conflatur, quàm ſit ipſa ſuperficies
objecti ex quo veniunt; & ſatis patet illos tanto minus virium habere
quanto ſpatium, per quod extendun|tur, eſt majus; ut econtra 189
multò plus habent, cùm à vitro vel ſpeculo uſtorio in multò minori
ſpatio colliguntur. Atque hinc tantùm | longitudo hujus perſpicilli
dependet, id eſt diſtantia quæ eſt inter hyperbolen NOP & ejus
focum. Quanto enim illa major eſt, tanto magis imago objecti in

oculi fundo expanditur, ideoque tanto diſtinctiùs minutas illius partes ibi depingit. Sed hoc ipſum vim luminis ita minuit, ut tandem non omnino ſentiretur, nempe ſi nimis longum eſſet hoc ſpecillum. Adeo ut ejus maxima longitudo nonniſi experientiâ poſſit determinari; & præterea etiam varia ſit pro varietate objectorum, quorum ſcilicet nonnulla magnam vim luminis, alia nonniſi perexiguam ſine uſtione ferre poſſunt. Non quidem ignoro quædam adhuc alia poſſe excogitari, quibus hujus luminis vis aliquanto magis augeretur; ſed difficilior eſſet illorum uſus, & vix ullum occurret unquam objectum, quod majorem requirat. Poſſent etiam alia vitra poni in locum hyperbolici NOPR, quæ paulo plures radios quàm hoc ab eodem objecti puncto reciperent; ſed vel non efficerent ut omnes radii ex diverſis objecti punctis venientes tam proximè ad totidem alia puncta verſus oculum concurrerent; vel ad hoc duobus vitris loco unius eſſet utendum, atque ita radiorum vis non minùs ſuperficierum numero minueretur, quàm figurâ augeretur; & denique illa multo difficiliùs poſſent poliri.

7. Supereſt hîc tantùm ut advertamus, quoniam hæc perſpicilla nonniſi unico oculo admoventur, operæ eſſe ut alium interim oculum obſcuro aliquo velo tegamus; ſic enim pupilla ejus quo
190 utemur magis aperietur quàm || ſi alium vel luci expoſitum relinquamus, vel ope muſculorum palpebras moventium claudamus: tanta enim eſt inter utrumque affinitas, ut vix unus aliquo modo moveri poſſit, quin alter ſtatim ad ejus imitationem diſponatur. Præterea, non erit inutile, non tantùm hoc conſpicillum arctè oculo adjungere, ut nullam niſi per illud recipiat lucem; ſed etiam priùs aliquamdiu in obſcuro loco ſtetiſſe, ut viſûs acies, tanto tenerior exiſtens, à minimâ luce affici poſſit; & præterea imaginationem noſtram eodem modo diſponere ac ſi res valde remotas & obſcuras vellemus intueri, ut tanto magis pupilla dilatetur & ideo à pluribus objecti punctis radios admittat. Jam enim ſuprà notatum eſt, hunc motum pupillæ non immediatè ſequi voluntatem quam habemus illam aperiendi, ſed potiùs ideam vel opinionem quam de obſcuritate vel diſtantiâ objecti concepimus.

8. Cæterùm, ſi nonnihil ad ea omnia quæ ſuprà dicta ſunt animum reflectamus, & potiſſimùm ad illa quæ ex parte objectorum[a] externorum requiruntur, ut viſionis ſenſus quamperfectiſſimus evadat, non difficulter intelligemus, per varias horum ſpecillorum formas, illud omne præſtari quod ab arte eſt expectandum; nec

a. *Il fallait* organorum.

ideo eſt operæ pretium ut hoc fuſiùs demonſtrem. Item etiam facilè agnoſcemus nulla ex iis quæ priùs ab aliis deſcripta fuerant ullo modo perfecta eſſe potuiſſe, quia maxima differentia eſt inter lineas circulares & hyperbolas, & nunquam niſi lineæ circulares adhibitæ ſunt ad eos effectus, ad quos | hyperbolas requiri demonſtratum eſt. Adeo ut nihil unquam boni hâc in re factum ſit, niſi cùm artificum manus tam feliciter aberravit ut, loco ſphæricæ figuræ, hyperbo|licam, vel ad hanc proximè accedentem, vitrorum 191
ſuperficiebus indiderit. Atque hoc præcipuè impedivit ne rectè fierent illa ſpecilla quæ videndis objectis inacceſſis idonea ſunt : indigent enim vitro convexo multò majori quàm cætera ; & non modò difficilius eſt feliciter aberrare in poliendo magno vitro quàm in parvo, ſed præterea major eſt differentia inter ſuperficies, hyperbolicam & ſphæricam, in partibus à centro ſatis remotis quæ in majoribus vitris eſſe debent, quàm in vicinis ex quibus ſolis conſtant minora. Jam verò, quoniam artifices non facilè forſan per ſe invenirent modum hæc vitra ſecundùm figuram hyperbolicam accuratè poliendi, ſupereſt ut ipſis deinceps viam oſtendam, per quam mihi perſuadeo illos ſatis commodè eò perventuros.

CAPUT DECIMUM.

De modo expoliendi vitra.

1. Selecto vitro aut cryſtallo quo uti placet, primò neceſſaria eſt inquiſitio proportionis quæ, juxta ſuperiùs tradita, refractionum illius menſura exiſtat; atque illa | obvia & expoſita erit operâ hujus inſtrumenti. EFI eſt aſſiculus aut regula maximè plana & recta, ex quâlibet materiâ, dummodo non nimis polita vel pellucida ſit, ut lumen in illam effuſum facillimè ab umbrâ dignoſcatur. EA[a] et FL ſunt duæ dioptræ, id eſt laminæ parvæ, cujuſcunque materiæ, dummodo non ſit tranſparens, ad perpendiculum erectæ in EFI, & foramine exiguo ſingulæ pertuſæ, ut A & L ; ſuntque hæc duo foramina tam directè ſibi invicem oppoſita, ut radius AL, | illa 192
permeans, parallelus feratur lineæ EF. Præterea, RPQ eſt particula ejus vitri quod volumus examinare, in formam priſmatis ſive trianguli polita, ejuſque angulus RQP rectus eſt, & PRQ acutior

a. EH *Elz.*

quàm RPQ. Tria latera « vel potiùs (quia in vitri craſſitie latitudinem habent) » tres facies RQ, QP & RP, ſunt planæ & politæ, ideoque, dum facies PQ aſſiculo EFI incumbit, & facies QR laminæ FL, radius Solis, duo foramina permeans A & L, per medium vitrum PQR irrefractus penetrat ad B, quoniam perpendiculariter in ſuperficiem QR incurrit. Sed, poſtquam pervenit ad punctum B, ubi obliquè aliam ſuperficiem RP contingit, non, niſi | declinans ad aliquod punctum aſſerculi EF, egredi poteſt, ut ex. gr. ad I. Et omnis hujus inſtrumenti uſus in hoc conſiſtit, ut ita radius exceptus per hæc duo foramina A & L emittatur, ut manifeſtum reddat quomodo referatur punctum I (hoc eſt centrum parvæ ellipſeos, quam hic radius in aſſiculo EFI illuminat) ad duo alia puncta B & P, quorum alterum B deſignat locum in quo recta, quæ tranſit per centra duorum foraminum A & L, in ſuperficie RP terminatur; & alterum P eſt locus in quo hæc ſuperficies RP, ſimulque illa aſſiculi EFI, ſecantur à plano[a] quod imaginari poſſumus per puncta B & I, ſimulque per centra foraminum A & L, tranſire.

193 | 2. His tribus punctis BPI accuratè ita cognitis, & conſequenter etiam triangulo quod deſcribunt, hoc triangulum in chartam aut aliud planum circino eſt transferendum ; deinde, ex centro B, per punctum P deſcribendus circulus NPT &, ſumpto arcu NP æquali arcui PT, ducenda recta BN[b], ſecans IP productam in puncto H; hinc denuo ex puncto B per H deſcribendus circulus HO[c], ſecans BI in puncto O; & habebitur proportio inter lineas HI & OI pro menſurâ communi omnium refractionum quæ produci poſſunt à differentiâ quæ eſt inter aërem & vitrum quod examinatur. Quâ de re ſi nondum certi ſumus, ex eodem vitro alia parva triangula rectangula, diverſa ab hoc, polire poterimus ; quibus ſi eodem modo utamur ad inveſtigandam hanc proportionem, | ſemper ſimilem illam inveniemus, atque ita nullo modo poterimus dubitare quin reverà eadem ſit quam quærebamus. Quod ſi poſtea, in rectâ lineâ HI, MI æquale OI ſumamus & HD æquale DM, D pro vertice habebimus & H & I pro focis hyperboles, cujus figuram ſpecilla à nobis deſignata requirunt.

Et hæc tria puncta HDI propiùs jungere poſſumus, vel longiùs removere quantum lubet, aliam tantùm lineam propiorem aut

a. plano] puncto *Elz*.
b. PN *Elz*.
c. HD *Elz*.

remotiorem à[a] puncto B ducendo parallelam lineæ | HI, & ducendo 194
ex hoc puncto B tres rectas BH, BD & BI, quæ illam ſecent. Ut
hîc videmus eodem modo ad invicem referri tria puncta HDI &
hdi, quo tria HDI.

3. Deinde, cognitis his tribus punctis, facile eſt hyperbolen deſcribere eo modo quo ſuprà vidimus, defixis ſcilicet duobus paxillis in punctis H & I, & reſti hærente in palo H ita regulæ alligatâ ut non propiùs accedere poſſit ad I quàm uſque ad D.

Sed ſi malimus, ope vulgaris circini plura puncta per quæ | tendit
quærendo, illam delineare, « ſumptis punctis H, D, M & O, ut ſuprà »,
alterum pedem hujus circini ponamus in puncto H &, altero pro-
moto paulo ultra punctum D, velut ad 1[b], ex centro H deſcribamus
circulum 133; inde, ſumptâ M2 æquali H1[c], ex centro I per
punctum 2[d] deſcribamus circulum 233, priorem in punctis 33 ſecan-
tem, per quæ hæc hyperbole ferri debet, ut & per punctum D, ejuſ-
dem verticem. Reponamus poſtea eodem modo unum circini bra-
|chium in punctum H &, altero diducto paulo ultra punctum 1[b], 195
velut ad 4, deſcribamus circulum 466 ex centro H. Inde, M5
æquali ſumpto[e] H4, ex centro I per 5 circulum 566 deſcribamus,
priorem in punctis 66, quæ in hyperbolâ, ſecantem. Et ita, conti-
nuatâ ſtatione alterius brachii in puncto H, & reliquis omnibus
ut antè obſervatis, quantum libet punctorum hujus hyperboles
poſſumus invenire.

4. Quod fortaſſe non incommodum erit ad rude aliquod exemplar fabricandum, quod præterpropter figuram vitri poliendi repræſentet. Sed, ad accuratum aliquod, alio invento opus eſt, cujus operâ uno ductu hyperbole delineari poſſit, quemadmodum per circinum circulus, & quidem ego ſequenti melius nullum novi. Primò, ex centro T, medio | lineæ HI, deſcribendus circulus HVI; inde ex puncto D erigenda perpendicularis in HI, ſecans hunc circulum in puncto V, &, ductâ rectâ per hoc punctum V ex T, habebitur angulus HTV, talis ut, ſi imaginemur illum rotari circa axem HT, linea TV ſuperficiem coni ſit deſcriptura in quâ, factâ ſectione à plano VX quod eſt parallelum axi HT, & in quod DV ad angulos rectos cadit, hyperbole omnino ſimilis & æqualis priori deprehen-

a. à] aut *Elz*.
b. 1] I *Elz*.
c. H1] HI *Elz*.
d. 2] Z *Elz*.
e. *Sic Elz*.

detur. Et omnia alia plana huic parallela, conum ſecantia, hyperbolas ſimiles quidem omnino, ſed inæquales, ſuâ ſectione efficient, & quarum foci propiores vel remotiores erunt, prout hoc planum ab axe diſtabit.

196 | 5. Cujus rei veſtigia ſecuti, talem machinam poterimus fabricare. AB eſt cylindrus ligneus vel metallicus, qui, circa cardines 1, 2 rotatus, alterius figuræ axem HI repræſentat. CG, EF[a] ſunt duæ laminæ, vel aſſeres plani & lævigati, imprimis eâ regione quâ ſe invicem contingunt, hâc ratione ut ſuperficies, quam inter utrumque poſſumus imaginari parallelam cylindro AB & ſectam ad angulos rectos plano quod ire imaginamur per duo puncta 1, 2 & C, O, G, repræſentet planum VX quod conum ſecat. Et NP, latitudo ſuperioris CG, æqualis eſt diametro vitri expoliendi, vel non multùm eundem excedit. Denique KLM eſt regula quæ, rotata cum cylindro AB in polis 12, hâc ratione ut angulus ALM ſemper æqualis maneat angulo HTV, repræſentat lineam TV | conum deſcribentem. Et notandum hanc regulam ita per cylindrum actam eſſe ut per foramen L, arctè illam recipiens, attolli pro arbitrio & deprimi poſſit, & præterea alicubi, velut ad K, pondus aliquod eſſe, ſeu preſſorium curvum, quo ſemper ad laminam CG premitur; itemque, in ejus extremitate M eſſe cuſpidem chalybeam & ita temperatam ut vim
197 habeat ſecandi laminam ſuperiorem CG, non autem | alteram EF ei ſubſtratam. Quibus intellectis, ſatis patet, ſi regula KLM circa polos 12 ita moveatur, ut cuſpis chalybea M ab N per O tendat ad P, & reciprocando à P per O ad N, ab ipſâ diviſam iri hanc laminam CG in duas alias CNOP & GNOP, in quibus latus NOP lineâ terminabitur convexâ in CNOP & concavâ in GNOP, quæ accuratè figuram hyperboles habebit. Et hæ duæ laminæ CNOP, GNOP, ſi chalybeæ vel ex aliâ materiâ ſatis durâ ſint, non tantùm loco exemplaris erunt, ſed etiam inſtrumenti ad formandas quaſdam rotas, à quibus, ut mox audiemus, vitra figuram ſuam ducere poſſunt. Hîc tamen defectus quidam ſupereſt, in eo ſcilicet quòd chalybea cuſpis M, cùm | paulo aliter verſa ſit cùm accedit ad N vel ad P quàm cùm eſt in O, non poſſit ubique uniformem & æquè acutam vel obtuſam horum inſtrumentorum aciem efficere. Ideoque melius arbitror machinâ ſequenti, licèt operoſiore, uti.

6. ABKLM unicum tantummodo membrum eſt, quod integrum in cardinibus 12 movetur, & cujus pars ABK perinde eſt quam habeat figuram; ſed KLM debet eſſe regula, vel aliud ſimile corpus planas

a. EF *omis* Elz.

habens ſuperficies, quæ lineis rectis parallelis terminentur; oportetque ut hæc regula KLM ita ſit inclinata ut recta 43 quæ medium ejus craſſitiei deſignat, uſque ad eam producta quam fingere poſſumus per polos 12 tranſire, efficiat angulum 234 æqualem illi qui ſuprà notis HTV deſignabatur. CG, EF ſunt duo aſſeres paralleli axi 12, & quorum ſuperficies | adverſæ, planæ admodum & læves, ſecantur ad angulos rectos plano 12GOC. Non tamen arctè mutuo cohærent, ut in præcedenti machinâ, ſed tanto in|tervallo præciſè 198
diſtant ab invicem, quantum requirit inferendus cylindrus QR, teres exquiſitè & ubivis ejuſdem craſſitiei. Præterea, ſingulæ fiſſuram habent NOP, hujus longitudinis & latitudinis ut regula KLM immiſſa, huc & illuc, cardinibus ſuis innixa, liberè feratur, quantum requiritur ad deſignandam partem hyperboles inter hos duos aſſeres, magnitudine diametro vitri poliendi æqualem. Hæc regula quoque per cylindrum QR[a] obliquè inſerta eſt, hâc ratione ut, licèt hic cum illâ moveatur in polis 12, ſemper tamen inter duos aſſeres CG, FE maneat clauſus, & axi 12 parallelus. Poſtremò, Y67 & Z89 ſunt inſtrumenta, poliendo in formam hyperbolæ cuilibet corpori inſervientia, & manubria illorum Y, Z tantæ ſunt craſſitiei ut eorum ſuperficies, quas planas eſſe notandum eſt, ſuperficies aſſerum CG & EF | ab 199
utrâque parte omnino contingant, & nihilominus inter ipſas, utpote admodum læves, hinc et inde poſſint moveri. Habentque ſingula rotundum foramen 5, 5, in | quo altera cylindri QR extremitas ita incluſa eſt, ut hic cylindrus poſſit circa proprium axem 55 circumvolvi, non efficiendo ut iſta manubria eodem modo volvantur, propter eorum ſuperficies planas quæ hinc & inde à ſuperficiebus aſſerum quos contingunt cohibentur; ſed non poſſit in ullam aliam partem ferri, quin illa ſimul in eandem ferantur. Et ex his omnibus liquet regulam KLM propulſam ab N ad O & ab O ad P, vel à P ad O & ab O ad N, moto ſecum cylindro QR, eâdem operâ movere hæc inſtrumenta Y67 & Z89, hâc ratione ut unaquæque eorum pars motu ſuo accuratè hyperbolen deſcribat eandem quam interſectio linearum 34 & 55; quarum una, ſcilicet 34, motu ſuo deli|neat conum, altera 200
55 planum eundem ſecans. Cuſpis ſeu acies horum inſtrumentorum variis modis fieri poteſt, pro vario uſu quem illam volumus præſtare. Et ad figuram vitris convexis dandam, commodiſſimum videtur primò uti inſtrumento Y67, ac plures laminas chalybeas ſecare ſimiles CNOP ſuprà deſcriptæ; inde, tam operâ laminarum quàm inſtrumenti Z89, rotam, qualis eſt *d*, circumcirca in latitudine ſuâ

a. PR *Elz*.

àbc excavare, ut ita omnes ſectiones, quas imaginari poſſumus factas à planis in quibus *ce* rotæ axis exiſtit, figuram hyperboles, quam machina deſcribit, conſequantur; & denique vitrum expoliendum mymphuri, ut *hik*, affigere atque ita apponere juxta rotam *d* | ut, ſi tracto fune *ll* mymphur circa ſuum axem vertatur, & eodem tempore vertatur etiam rota circa ſuum, vitri ſuperficies inter hæc duo poſita figuram quam ipſi dare volumus accipiat.

201 | Quantum ad modum inſtrumento Y67 utendi, notandum laminas *cnop* nonniſi uſque ad medium ſingulis vicibus ſecandas eſſe, ut ex. gr. ab *n* ad *o*. Et propterea repagulum in machinâ ad P figendum eſt, quod impediat ne regula KLM, mota ab N ad O, propius accedat ad P quàm requiritur ad hoc ut linea 34, quæ medium craſſitiei illius notat, perveniat uſque ad planum 12GOC, quod imaginamur aſſeres ad rectos angulos ſecare. Et ferrum hujus inſtrumenti talem figuram exigit, ut omnes ejus aciei partes in hoc eodem plano 12GOC exiſtant, cùm linea 34 ibidem ſiſtitur; neque ullas alias hoc ferrum habeat partes quæ tunc ultra illud planum verſus P protendantur, | ſed tota ejus craſſitiei declivitas reſpiciat verſus N. Cæterùm pro arbitrio vel acutum vel obtuſum fieri poteſt, parùm aut multùm inclinatum, & longitudinis cujuſlibet, omnia prout res exigere videbitur. Inde, cuſis laminis *cnop* & limâ proximè ad illam figuram perductis quam requirunt, vi adigendæ atque premendæ ad inſtrumentum Y67 &, motâ regulâ KLM ab N ad O & viceverſâ ab O ad N, unam illarum partem perficiemus. Deinde, ut alia planè ſimilis fiat, repagulum aliquod ibi eſſe debet, quod impediat quominus verſùs hoc inſtrumentum progredi poſſint ultra locum in quo ſunt, cùm prima earum medietas NO abſolvitur; & tunc, paululum iis reductis, mutandum eſt ferrum inſtrumenti Y67, & aliud, loco illius, ſubſtituendum, cujus acies accuratè ſit in eodem plano & ejuſdem figuræ ac acies prioris, ſed cujus omnis declivitas reſpiciat verſus P, adeo ut, ſi hæc duo ferramenta adverſa componas, duæ illorum acies unicam tantùm
202 efficere videantur. Inde, tranſlato ad N repagulo | quod antea P verſùs locatum erat ad impediendum nimium regulæ KLM progreſſum, movenda eſt hæc regula ab O ad P & à P ad O, donec hæ laminæ *cnop* inſtrumento Y67 tam propinquæ erunt quàm antea, & hoc pacto abſolventur.

Quod attinet ad rotam *d*, quæ ex materiâ admodum durâ eſſe debet, poſtquam limâ figuram, quam exigit, præterpropter acceperit, |facilis elaboratu erit, primò per laminas *cnop*, modò initio fuerint tam benè cuſæ ut, licèt poſtea candentes in aquam merſæ ſint ad

duritiem acquirendam, nihil tamen idcirco ex earum figurâ ſit mutatum; debentque huic rotæ ita admoveri ut acies illarum *nop*[a] & hujus axis *ee* in eodem plano ſint; & denique adſit aliquod pondus aliudve machinamentum, quo urgente laminæ iſtæ rotam premant, dum interim ipſa circa ſuum axem vertetur. Præterea, etiam hæc rota elaborabitur ope inſtrumenti Z 89, cujus ferrum æquali declivitate ab utrâque parte procumbere debet; & de cætero quamlibet figuram admittit, dummodo omnes partes ejus aciei 89 exiſtant in plano ſuperficies aſſerum C G, E F ad angulos rectos ſecante. Ut autem utamur hoc inſtrumento Z 89, movenda regula KLM in polis 12, hâc ratione ut motu continuo procedat à P ad N, inde viceverſâ ab N ad P, dum interim rota circa ſuum axem vertetur. Quâ operâ acies inſtrumenti omnem inæqualitatem, ſi quæ remanſit in latitudine rotæ ab unâ ad alteram partem, lævigabit, & cuſpis illius (habebit enim & aciem & cuſpidem) omnem illam quæ in longum porrecta occurret.

7. Poſtquam verò hæc rota ultimam recepit manum, facillimè
vitrum per diverſos duos motus, rotæ ſcilicet & | mymphuris cui 203
affigendum eſt, poterit expoliri, dummodo adſit aliqua vis quâ, non impedito torni motu, ſemper ad rotam agatur, atque inferior hujus rotæ pars continuò per aliquem alveum feratur, arenæ, ſmiridi, pulveri lapidis Gothlandici, ſtanno combuſto, | vel ſimili materiæ lævigandis & expoliendis vitris commodæ, immerſa.

Atque, his ita conſideratis, intellectu facile eſt quâ ratione figura concava vitris danda ſit, factis ſcilicet primò laminis *cnop* ope inſtrumenti Z89, deinde rotâ expolitâ, tam ope harum laminarum quàm inſtrumenti Y67, & reliquis omnibus eo quo diximus modo obſervatis. Notandum tamen rotam, quâ ad convexa utimur, pro arbitrio magnam eſſe poſſe; illam autem quâ ad concava, tantam eſſe non debere ut ejus ſemidiameter diſtantiâ, quæ erit inter lineas 12 & 55 in machinâ cujus ope formabitur, ſit major. Et in concavis poliendis multo celeriùs hæc rota vertenda eſt quàm mymphur; contrà verò, in convexis, mymphur velociùs rotandus; quia mymphuris motus multo vehementiùs oras vitri quàm medium atterit, rotæ verò minùs. Utilitas autem horum motuum diverſorum manifeſta eſt : vitra enim, ſi manu in patinâ expoliantur, modo qui unicus in hunc uſque diem receptus eſt, licèt patina eam exactè haberet figuram quam vitra exigunt, non tamen eadem, niſi caſu, ipſis dari poteſt; ſi verò utamur motu ſolius mymphuris « centrum vitri centro patinæ jun-

a. *cnop* Elz.

gentis », omnes figuræ defectus, qui in patinâ reperientur, circulos
in vitro deſcribent, & vitri medium, in quo minimus erit motus,
nunquam ſatis atteretur.

Multa hîc ſunt | ad Geometriam ſpectantia, quorum demonſtra-
204 tiones omitto; mediocriter enim in hâc ſcientiâ | exercitatis ſatis
omnia illa per ſe patent, & reliqui ſine dubio faciliores, ad haben-
dam dictis meis fidem quàm ad illa legenda, ſe præbebunt.

8. Cæterùm, ut ordine ſingula procedant, vellem, primò, ut arti-
fices in poliendis vitris, planis ab unâ parte & convexis ab alterâ,
exercerentur & quidem in iis quæ hyperbolen referant cujus foci
duos aut tres pedes ab invicem diſtent; nam hæc longitudo ſufficit
ſpecillo ſatis perfectè objecta inacceſſa exhibituro. Deinde multa vitra
concava expoliri vellem, una aliis magis cava, &, ordine unum poſt
aliud vitro convexo conjungendo, experiri quodnam ex ipſis per-
fectius teleſcopium componeret, habitâ etiam ratione oculi qui ipſo
eſſet uſurus : quia conſtat hæc vitra magis concava requiri, pro iis
qui tantùm proximè admota cernunt, quàm pro aliis. Vitro concavo
ſic invento, cùm idem ad omnia alia ſpecilla eidem oculo poſſit in-
ſervire, nihil amplius ad teleſcopiorum ſtructuram requiritur, niſi
tantùm ut exercitatione atque uſu facilitas acquiratur alia vitra con-
vexa poliendi, quæ longius quàm primum à concavo removenda
ſint; & gradatim poliendi alia, quæ magis magiſque abducenda ſint,
atque etiam quæ ſint pro ratione tantò majora, donec hâc in re ad
ſummum quod fieri poterit perveniatur. Sed, quò longius hæc vitra
convexa à concavis removenda erunt & conſequenter ab oculo, eò
| exquiſitiùs quoque polienda, quoniam iidem errores longius in iis
à debito loco radios detorquent. Ut, ſi vitrum F radium CF tan-
tumdem refringit quantum vitrum E refringit AE, adeo ut anguli
AEG & CFH ſint æquales, ſatis liquet CF tendentem ad H lon-
205 gius recedere à puncto D, ad quod tenderet ſi nullam | refractionem
pateretur, quàm AE, tendens ad G, à puncto B.

9. Poſtremum & quidem præcipuum, quod hîc vellem, eſt ut
vitra ab utrâque parte convexa polirentur pro ſpecillis quibus objecta
propinquiora contemplamur, &, primùm factis iis quæ tubis valde
brevibus includi debent, quoniam hæc facillima, illa gradatim poſtea
aggredi quæ longiores tubos exigunt, donec ad ea perveniatur quæ
longiſſimos, quæ uſui eſſe poſſint, deſiderant. Et ne forſan diffi-
cultas, quæ in fabricâ horum ſpecillorum occurrere poſſet, quem-
quam deterreat, hîc adhuc dicam, licèt initio illorum uſus non
tantum omnibus ablandiatur quantum teleſcopiorum, quæ videntur
in cœlum nos eſſe evectura & ibi in aſtris corpora æquè particularia,

& forſan æquè diverſa ac ea quæ hîc in terrâ videmus, exhibitura, me nihilominus illa longè utiliora judicare, quoniam ſpes eſt, eorum ope, diverſas miſtiones & diſpoſitiones minutarum partium, quibus animalia & plantæ & forſan etiam alia corpora quibus undiquaque cingimur conſtant, nos inſpecturos & non parum inde adjumenti ad pernoſcendam eorum naturam habituros. Jam enim, | ſecundùm opinionem plurimorum philoſophorum, omnia hæc corpora nonniſi ex partibus elementorum diverſimode mixtis componuntur; & ſecundùm meam, tota illorum eſſentia & natura, ſaltem inanimatorum, tantùm in magnitudine, figurâ, ſitu & motibus partium conſiſtit.

10. Supereſt adhuc nonnulla difficultas circa hæc vitra, quoties utrimque convexa aut concava fieri debent, ut | ſcilicet centra dua- 206
rum ejuſdem vitri ſuperficierum directè ſibi invicem opponantur; ſed hæc facilè tolli poteſt, ſi primò eorum circumferentia fiat torno exactè rotunda & æqualis ei manubrii vel mymphuris, cui agglutinanda erunt ut poliantur; deinde, cùm ei agglutinabuntur, & gypſum aut pix aut bitumen quo jungentur ductile adhuc & ſequax erit, ſi annulo accuratè ad eorum menſuram facto, & tantæ latitudinis ut extremitates vitri & mymphuris ſimul includat, inſerantur. Particularia plura inter poliendum obſervanda hîc omitto, ac etiam nolim in praxi eadem omnia quæ deſcripſi obſervari; quia non tam ipſas machinas quàm machinarum fundamenta & cauſas explicare conatus ſum; & artificibus imperitis inventa hîc deſcripta non commendo, ſed ea ſpero ſatis egregia & ſatis magni momenti viſum iri, ut nonnullos ex maximè induſtriis & curioſis noſtri ævi ad eorum executionem ſuſcipiendam invitent.

FINIS.

METEORA

| CAPUT I.

De naturâ terreſtrium corporum.

207 1. Ita naturâ homines comparati ſumus ut magis plerumque admiremur quæ ſupra nos, quàm quæ vel infra vel in eâdem altitudine circa nos ſunt. Et quanquam nubes vix excedant quorundam montium vertices, ſæpe quoque infra faſtigia noſtrarum turrium vagentur, quia tamen oculos ad cœlum erectos contemplatio illarum exigit, tam ſublimes illas imaginamur ut ipſi Poëtæ & Pictores regiam Dei ſedem illis adornent, & magnas illius manus ibi occupari fingant laxandis atque obſtruendis ventorum clauſtris, matutino rore floſculis noſtris perfundendis,& fulminandis editorum montium jugis. Atque hoc ſpem mihi facit, ſi ita naturam illarum explicavero ut nuſquam in iis quæ ibi apparent, vel etiam quæ inde deſcendunt, admirationi locus relinquatur, quemvis facillimè crediturum non impoſſibile fore eâdem ratione cauſas omnium indagare, quæ terra mirabilia habet.

2. | In primo hoc capite, de naturâ terreſtrium corporum in genere loquemur, ut eò feliciùs in ſequenti exhalationes & vapores explicemus. Et, quoniam hi vapores, ſurgentes ex Oceano, quandoque ſalem in ſuperficie illius componunt, hinc arreptâ occaſione paululum deſcriptioni illius immorabimur, atque in eo experiemur num formas corporum (quæ Philoſophi aiunt mixtione
208 perfectâ | compoſita eſſe ex elementis) æquè benè deprehendere poſſimus ac Meteora, quæ ex iiſdem nonniſi mixtione imperfectâ generari ferunt. Poſtea, conſiderantes quo pacto vapores per aërem ferantur, dicemus unde ventis origo. Et ex eo quòd in regionibus quibuſdam cogantur, nubium inde exſurgentium naturam exponemus. Demum, ex eo quòd reſolvantur, indicabimus quid nivi,

pluviæ, grandini caufam præbeat; ubi minimè nivis illius oblivifcemur, cujus particulæ velut circino dimenfæ ftellas exiguas fenis radiis accuratiffimè repræfentant: hæc enim, licèt à majoribus non fuerit notata, in maximis tamen naturæ miraculis cenferi debet. Neque magis tempeftates, fulmina, fulgura, varios ignes ibi accenfos atque apparentia lumina tranfcurremus. Inter cætera autem ftudiofè conabimur arcum cœleftem bene delineare, & caufas colorum illius ita exponere, ut inde etiam eorum quibus alia corpora imbuuntur, natura poffit intelligi. His etiam caufas addemus colorum quos vulgò collucere in nubibus videmus; circulorum itidem aftra coronantium; & poftremò, cur Sol & Luna multiplicati interdum appareant.

|Cæterùm, quoniam harum rerum cognitio pendet ex principiis generalibus naturæ, nondum fatis benè, quod ego fciam, in hunc ufque diem explicatis, hypothefibus initio quibufdam utendum erit, quemadmodum & in Dioptrice; fed adeo planas & faciles illas reddere ftudebo, ut forfan etiam non demonftratas facilè fitis admiffuri.

3. Primò igitur fuppono aquam, terram, aërem & reliqua fimilia corpora quibus cingimur, conftare multis exiguis partibus, figurâ & magnitudine differentibus, quæ nunquam tam accuratè nexæ & continuatæ funt quin pluri|ma fpatia inter illas pateant: non quidem 209
vacua, fed referta materiâ illâ fubtiliffimâ, per quam fuprà diximus actionem luminis communicari. Deinde fuppono exiguas illas partes quibus aqua componitur, longas, læves & lubricas effe, anguillarum parvularum inftar quæ, licèt jungantur & implicentur, nunquam tamen ita nexæ cohærent ut non facilè feparentur; & contrà, fere omnes alias, tam terræ quàm aëris & plerorumque corporum, particulas admodum irregulares & inæquales figuras habere: adeo ut tam parùm implicari non poffint, quin ftatim mutuò nectantur & hæreant velut impeditæ, quemadmodum rami virgultorum in fepibus. Et quoties illæ | ita nectuntur, corpora dura componunt, ut terram, lignum & fimilia; contrà, quoties fimpliciter una alteri tantùm imponitur, & nonnifi valde parùm vel nullo modo implicantur, & fimul adeo parvæ funt ut, agitatione materiæ fubtilis quâ cinguntur, facilè moveri & feparari poffint, multum fpatii occupare debent & corpora liquida, rariffima & leviffima, ut oleum aut aërem, componere.

4. Præterea cogitandum eft materiam fubtilem, omnia intervalla quæ funt inter partes horum corporum replentem, nunquam à motu velociffimo ceffare, fed affiduè huc atque illuc ferri, non autem eâdem velocitate ubivis & omni tempore : nam, ut plurimum,

paulo concitatius fertur juxta ſuperficiem terræ quàm in ſublimi aëre ubi nubes conſiſtunt; & ſub æquatore, locisque vicinis, quàm ſub polis; &, in eodem loco, velociùs æſtate quàm hyeme, interdiu
210 etiam quàm noctu. Quorum omnium ratio ma|nifeſta erit, ſi putemus lucem nihil aliud eſſe quàm motum quemdam vel actionem quâ corpora luminoſa materiam ſubtilem quaquaverſum ſecundùm rectas lineas à ſe propellunt, quemadmodum in Dioptricâ dictum eſt. Inde enim ſequitur radios ſolares, tam rectos quàm reflexos, validiùs illam agitare interdiu quàm noctu; æſtate quàm hyeme; ſub æquatore quàm ſub polis; & denique prope terram quàm prope nubes.

5. Sciendum etiam eſt hanc materiam ſubtilem diverſæ magnitudinis partibus conſtare, earumque alias (licèt omnes perexiguæ ſint) aliis | longè majores eſſe; & maximas quidem, vel (ut rectiùs loquamur) minùs exiguas ſemper plus virium habere, quemadmodum in univerſum omnia magna corpora, tantundem agitata quantum parva, hæc robore multùm exſuperant. Atque id efficit ut, quò hæc materia eſt minùs ſubtilis, id eſt compoſita ex partibus minùs exiguis, hoc vehementiùs partes aliorum corporum agitare poſſit.

6. Unde etiam fit ut plerumque minùs ſubtilis ſit eo in loco & tempore in quo maximè agitatur : ut juxta ſuperficiem terræ quàm in mediâ aëris regione; ſub æquatore quàm ſub polis ; æſtate quàm hyeme; & demum interdiu quàm noctu. Cujus ratio in eo conſiſtit, quòd harum partium maximæ, cùm eo ipſo ſint validiſſimæ, omnium facillimè eò tendere poſſint, ubi ob agitationem vehementiorem faciliùs motus illarum[a] continuatur. Semper tamen ingens numerus minorum mixtus cum his maximis fertur. Et notandum omnia terreſtria corpora poris quibuſdam pervia eſſe, qui minimas illas quidem admittunt; ſed ex iis multa eſſe
211 quæ tam arctos atque ita ordi|natos hos meatus habent, ut maximas omnino excludant; atque hæc, ut plurimum, ea ſunt quæ gelidiora inveniuntur, ſi tangantur vel tantùm manus ad illa propiùs admoveantur. Sic, quantùm marmor aut metallum ligno gelidius eſt, tanto etiam difficiliùs eorum poros partes hujus materiæ minùs ſubtiles admittere putandum eſt; & poros glaciei adhuc ægriùs quàm marmoris vel metalli, cùm hæc ipſis multo frigidior ſit.

7. Hîc enim ſtatuo, ad|naturam caloris & frigoris intelligendam, non opus eſſe aliud concipere quàm exiguas corporum quæ tangi-

a. illorum *Elz*.

mus partes ſolito magis aut minùs vehementer, ſive ab hâc materiâ ſubtili, ſive ab aliâ quâlibet cauſâ commotas, intenſiùs etiam vel remiſſiùs in parva capillamenta nervorum tactui inſervientium ferri; &, cùm vehementiâ quâdam inſolitâ illa impelluntur, hoc ſenſum caloris in nobis efficere; frigoris verò, cùm ſolito remiſſiùs agitantur. Ac, licèt hæc materia ſubtilis non ſeparet ab invicem corporum durorum partes inſtar ramorum implicitas, quemadmodum ſeparat partes aquæ vel aliorum corporum liquidorum, tamen illa has agitare & magis aut minùs concutere poteſt, prout impetu concitatiori aut languidiori fertur, vel etiam prout partes magis aut minùs craſſas habet : quemadmodum venti ramos omnes arborum, quibus ſepimentum aliquod contexitur, agitare poſſunt, nullâ tamen earum evulſâ. Cæterùm, cogitandum eſt inter hujus materiæ ſubtilis robur, & vim reſiſtentem partium corporum aliorum, illam proportionem eſſe ut, cùm non minùs agitatur neque ſubtilior eſt quàm ſolet eſſe in hâc regione juxta terram, vim habeat agitandi exiguas partes aquæ quas interlabitur, & | ſingulas ſeorſim 212
loco movendi, imo etiam pleraſque earum inflectendi, atque ita hanc aquam liquidam reddendi; ſed, cùm non vehementiùs pellitur, nec minùs ſubtilis eſt, quàm ſolet eſſe | in his plagis in aëre ſublimi, aut quandoque per hyemem juxta terram, non ſatis illi roboris adeſt ad illas ita inflectendas & agitandas; unde fit ut confuſim & ſine ordine unæ aliis impoſitæ ſiſtantur, atque ita corpus durum, glaciem videlicet, componant. Adeo ut eandem differentiam inter aquam & glaciem poſſimus imaginari, quam inter cumulum parvarum anguillarum, ſeu viventium ſeu mortuarum, innatantem piſcatoriæ ſcaphæ foraminibus undique pertuſæ, quibus aqua fluviatilis, quà moventur, admittitur, & cumulum earundem anguillarum quæ ſiccæ & gelu rigidæ in ripâ jacent. Et quoniam aqua nunquam gelu conſtringitur, niſi materia, quæ ejus partes interlabitur, plus ſolito ſit ſubtilis; inde fit ut pori glaciei, qui tum[a] formantur ad menſuram particularum hujus materiæ ſubtiliſſimæ, ſic arctentur ut paulo majores omnino excludant; atque ita glacies maneat frigidiſſima, licèt in æſtatem reſervetur; atque ut ſemper duritiem ſuam obtineat, nec paulatim inſtar ceræ molleſcat : ejus enim pororum anguſtia impedit quominus calor ad interiora penetret, niſi quatenus exteriora liqueſcunt.

8. Præterea hîc quoque notandum venit, partium longarum & lubricarum, ex quibus aquam compoſitam diximus, plurimas qui-

a. tam *Elz*.

dem eſſe quæ hinc & inde ſe inflectunt, & à motu qui eas ita flectit
ceſſant, prout materia ſubtilis, quâ cinguntur, paulò majori aut
minori robore pollet, ut paulò ante dictum eſt; ſed præterea etiam
213 quaſdam eſſe || paulò craſſiores quæ, cùm non ita | flexiles ſint, ſalis
omnia genera componunt; & quaſdam alias paulò ſubtiliores quæ,
cùm non ita facilè ceſſent ab iſto motu, conflant liquores illos tenuiſ-
ſimos, qui ſpiritus aut aquæ vitæ vocantur & nullo frigore ſolent
concreſcere. Cùm autem illæ, ex quibus aqua communis conſtat,
omnino ceſſant ab eo motu qui eas flectit, non putandum eſt earum
naturam exigere ut omnes in rectum, inſtar junci, porrigantur; ſed,
in multis, ut potiùs hoc vel illo modo curvatæ ſint: unde fit ut tunc
non poſſint ſeipſas ad tam anguſtum ſpatium contrahere, quàm dum
materia ſubtilis, ſatis virium habens ad illas quomodolibet in-
flectendas, ſemper ipſarum figuras ad menſuram locorum quibus
inſunt accommodat. Notandum etiam eſt, cùm hæc materia ſubtilis
multo plus virium habet quàm ad hoc requiratur, illam contrariâ
ratione efficere ut in majus ſpatium ſe diffundant. Quod facile erit
experientiâ cognoſcere, ſi aliquod vas longi ſatis & anguſti colli,
calidâ repletum, aëri exponamus, cùm gelat: hæc enim aqua ſenſim
ſubſidet uſque dum pervenerit ad certum aliquem frigoris gradum;
inde iterum paulatim intumeſcet, & ſurget uſquedum, gelu vincta,
conſiſtat; atque ita idem frigus, quod initio illam coget & conden-
ſabit, paulo pòſt eandem rarefaciet. Experientia etiam docet aquam
calentem, quæ igni appoſita diu bulliit, frigidâ & crudâ celeriùs
congelari; atque hoc ex eo contingit, quòd tenuiſſimæ ejus partes &
quæ, cùm facillimè inflectantur, omnium maximè congelationi re-
ſiſtunt, ex eâ, dum bullit, egrediantur.

9. Ut autem faciliùs hæ hypotheſes apud vos inveniant locum,
214 nolim putetis me particulas corporum terre|ſtrium tanquam ato-
mos aut indiviſibilia corpuſcula concipere, ſed potiùs, cùm | omnes
ex eâdem materiâ conſtent, me credere unamquamque modis innu-
meris dividi poſſe, nec aliter inter ſe differre quàm lapides variarum
figurarum ex eâdem rupe exciſos. Præterea etiam, ne videar ſponte
Philoſophis aliquam in me diſputandi occaſionem dare velle, moneo
expreſſè me nihil eorum negare quæ illi, præter ea quæ jam dixi,
in corporibus imaginantur, ut formas ſubſtantiales, qualitates reales
& ſimilia, ſed putare meas rationes tantò magis eſſe admittendas,
quò ſimpliciora & pauciora ſunt principia ex quibus pendent.

CAPUT II.

De vaporibus & exhalationibus.

1. Si conſideremus materiam ſubtilem, quæ per terreſtrium
corporum poros fertur, vel præſentiâ ſolis, vel ſimili qualicunque
cauſâ, vehementiùs quoque exiguas iſtorum corporum partes im-
pellere, facillimè intelligemus illam effecturam ut quæ ſatis exiguæ
ſunt, & ſimul ejus figuræ atque in tali ſitu ut facilè à vicinis ſepa-
rentur, huc atque illuc diſſiliant atque in aërem attollantur; non
quidem | inclinatione quâdam ſingulari, quâ aſcenſum affectent,
aut vi quâdam ſolis attrahente; ſed ſolummodo quia locum nullum
inveniunt, per quem faciliùs motum continuare queant : quemad-
modum è terrâ pulvis ſurgit, ſi tantùm pedibus alicujus viatoris
deorſum pellatur & agitetur. Licèt enim grana hujus pulveris ma-
gnitudine & pondere multùm exſuperent exiguas par|tes de quibus 215
hîc eſt ſermo, nihilominus tamen ſurſum tendunt, videmuſque
altiùs illa eniti, cùm vaſta planities diſcurſantibus multis concul-
catur, quàm ſi pars tantùm ejus ab uno ex iis prematur. Ideoque
non eſt mirandum, ſi ſolis actio perexiguas materiæ partes, quibus
vapores & exhalationes componuntur, in ſublime attollat, cùm ſimul
eodem tempore totum hemiſphærium terræ illuſtret, eique integros
dies incumbat.

2. Sed notemus has exiguas partes ita ſublatas in aërem vi ſolis, ut plurimum, illam figuram habere quam partibus aquæ tribuimus; nullæ enim aliæ ſunt quæ faciliùs à corporibus in quibus hærent divellantur. Atque has ſolas abhinc ſpeciatim vapores nominabimus, ut diſtinguantur ab aliis quæ figuras magis irregulares habent, & quas, magis proprio vocabulo deſtituti, exhalationes dicemus. Sub harum autem nomine & illas comprehendam quæ, fere eandem cum aquâ figuram habentes, ſed | magis ſubtiles, ſpiritus aut aquas vitæ componunt; quia facilè ardent ut ipſæ, vapores autem nunquam. Illas verò hinc excludam quæ, cùm in multos ramos diviſæ ſint, ſunt ſimul tam ſubtiles ut non aliud corpus quàm aëris componant. Quod autem ad illas attinet quæ, paulo craſſiores, etiam in ramos diviſæ ſunt, rarò quidem ex corporibus duris, in quibus hærent, ſuâ ſponte egrediuntur; ſed, ſi quando ignis illa depaſcat, omnes in fumum ſolvuntur. Et aqua etiam, poris illorum

illapſa, ſæpius has librare & ſecum in ſublime auferre poteſt, eâdem
ratione quâ ventus, per tranſverſam ſepem ſpirans, paleas vel folia
in virgultis hærentia ſecum rapit; ſeu potiùs, quemadmodum ipſa
216 aqua in ſummum alembici ſecum attollit exiguas partes olei, | quas
Chymici ex plantis ſiccis plurimâ aquâ maceratis extrahunt, omnia
ſimul deſtillantes, atque hâc operâ efficientes ut paululum illud olei
quod habent, cum magnâ immiſtæ aquæ copiâ aſſurgat. Revera
enim plurimæ illarum eædem ſunt, quæ corpora horum oleorum
componere ſolent.

3. Notemus etiam vapores ſemper plus ſpatii occupare quàm
aquam, licèt nonniſi ex iiſdem particulis conſtent; quia, cùm hæ
partes corpus aquæ componunt, non moventur niſi quantum ſufficit
ut ſe inflectant & labendo unæ aliis implicent, quemadmodum vi-
demus illas exhiberi ad A; ſed contrà, cùm | vaporis formam
217 habent, agitatio | illarum adeo eſt concitata ut celerrimè rotentur in
omnes partes & eâdem operâ in longitudinem ſuam porrigantur;
unde fit ut ſingulæ illarum reliquas ſuî ſimiles, irruptionem in
parvas ſphærulas quas deſcribunt molientes, arcere atque abigere
poſſint, ut illas cernimus repræſentari ad B. Planè quemadmodum,
baculo LM, per quem funiculus NP trajectus eſt, celerrimè rotato,
videmus funiculum rectum atque extenſum porrigi, occupantem eo
ipſo totum ſpatium comprehenſum circulo NOPQ; hâc ratione
ut nullum ibi aliud corpus locari poſſit, quod non | cum impetu
flagellet atque expellere nitatur; ſed, motu facto lentiore, illum
collabi & baculum ſuâ ſponte circumdare, neque tantum ſpatii occu-
pare quàm antea.

4. Obſervemus præterea hos vapores modò magis, modò minùs,
eſſe denſos aut raros, magis aut minùs calidos vel frigidos, magis
vel minùs pellucidos vel obſcuros, magis etiam vel minùs humidos
vel ſiccos. Primò enim, cùm partes illorum, non ampliùs ſatis agi-
tatæ ut rectæ maneant & extenſæ, incipiunt convolvi atque accedere
ad invicem, ut videmus ad C & D; vel etiam cùm, inter montes
arctatæ, vel inter actiones diverſorum ventorum mediæ qui flatu
oppoſito alios alii impediunt quominus aërem agitent, vel cùm, ſub
nubibus quibuſdam ſtantes, non tantum dilatari poſſunt quantum
agitatio illarum exigit, quales cernimus ad E; vel etiam denique,
cùm plures earum, ſimul maximam partem ſuæ agitationis motui
in eandem partem impendentes, non tam velociter rotantur quàm
218 aliàs ſolent, quemadmo|dum illæ quæ ad F, ubi egreſſæ ex ſpatio
E ventum generant nitentem ad G: palàm eſt vapores, quos com-
ponunt, craſſiores & magis coactos eſſe quàm ſi horum trium nihil

acciderct. Manifeſtum quoque eſt, ſi vaporem ad E tantundem agitatum fingamus quantum eſt ille qui ad B, multo illum calidiorem fore ; nam particulæ ejus, magis coactæ, plus virium habent : quemadmodum candentis ferri calor ardentior eſt | calore flammæ vel prunarum. Atque hinc eſt ille calor quem vehementiorem, & magis veluti ſuffocantem, æſtate interdum ſentimus, aëre tranquillo & nubibus undiquaque æqualiter preſſo pluviam moliente, quàm eodem nitido & ſereno. Vapor autem, qui | ad C, frigidior eſt illo 219
qui ad B, licèt particulas paullo arctiùs compreſſas habeat; quia multo minùs agitatas eaſdem ſupponimus. Contrà ille qui ad D calidior, quia ejus particulas multo magis condenſatas & non niſi paulo minùs agitatas ſtatuimus. Et qui ad F frigidior quàm qui ad E, licèt partes non minùs compreſſas nec minùs habeat agitatas; quoniam illæ | magis conſpirant in eundem motum, atque ideo particulas aliorum corporum minùs concutiunt : ut ventus ſemper eodem modo ſpirans, licèt vehementiſſimus, non tantum agitat folia & ramos arborum, quantùm languidior ſed magis inæqualis.

5. Et experientia docebit, in agitatione parvarum partium terreſtrium corporum calorem conſiſtere, ſi, contra digitos junctos fortiter ſpirantes, obſervemus ſpiritum, ore egreſſum, in exteriori manùs ſuperficie frigidum nobis videri, quia ibi, celerrimè & æquali robore latus, non multum agitationis efficit; & contrà ſatis calidum inter medios digitos, quia per illos lentiùs & inæqualiùs enitens, magis tremulo motu exiguas illorum partes concitat : ut illum etiam ſemper calidum ſentimus, ore patulo & hianti flantes, & frigidum eodem fere clauſo. Atque ab hâc eâdem ratione eſt quòd communiter venti impetuoſi frigidi ſunt, neque multi calidi ſpirant, niſi etiam ſimul ſint lenti.

6. Præterea, vapores ad B & E & F ſunt pellucidi, nec viſu à reliquo aëre dignoſci queunt : cùm enim celerrimè & eodem quo materia ſubtilis, quæ illas circumjacet, impetu moveantur, non poſſunt impedire ne actionem à luci|dis corporibus manantem in ſe 220
admittat, ſed potiùs ipſimet etiam illam admittunt. Contrà verò vapor ad C obſcurior, ſive minùs tranſparens, evadit, quoniam ejus particulæ non ſunt amplius ita obſequentes | huic materiæ ſubtili, ut quibuſlibet ejus impulſionibus cedant. Et vapor qui ad D, quia calidior quàm qui ad C, non tam obſcurus eſſe poteſt. Ut videmus hyberno tempore calentium equorum halitum & ſudorem, propter aëris frigus, ſpecie denſi & obſcuri fumi craſſeſcere, qui contrà æſtate, propter ejuſdem aëris calorem, non apparet. Neque enim dubitandum quin aër ſæpe tam multos aut etiam plures vapores con-

tineat, cùm nulli prorſus in eo videntur, quàm cùm denſiſſimi apparent. Quomodo enim ſine miraculo fieri poſſet ut ſol torridus æſtivo tempore, mediâ die, vel lacui vel locis paludoſis incumbens, nullos vapores inde elevaret? | Tum temporis enim notatur aquas ſubſidere & decreſcere magis quàm aëre frigido & obſcuro.

7. Denique vapores, qui ad E, humidiores ſunt, id eſt magis diſpoſiti ad tranſeundum in aquam, atque ad reliqua corpora, inſtar aquæ, humectanda, quàm qui ad F. Nam contrà hi ſicci ſunt, quia, validè impellendo humida corpora quibus occurrunt, inde ejicere partes aquæ in iis latentes & ſecum auferre poſſunt, atque ita illa exſiccare. Ut etiam ventos impetuoſos ſemper ſiccos experimur, neque humidum quemquam niſi ſimul & languidum. Dicere quoque poſſumus eoſdem vapores, qui ad E, humidiores eſſe iis qui ad D, quum partes illorum, plus agitatæ, meliùs aliorum corporum poris, ad ea humectanda, ſe inſinuare poſſint; ſed alio reſpectu ſicciores etiam dici poſſunt, quia ſcilicet nimia partium agitatio prohibet ne tam facilè in aquam coëant.

221 | 8. Quantum ad exhalationes, longè plures qualitates admittunt quàm vapores, ob majorem quam habent partium differentiam. Hîc autem ſufficit notaſſe, craſſiores fere nihil eſſe præter terram, qualem in fundo vaſis cernimus in quo pluvia vel nivalis aqua reſedit; ſubtiliores verò nil aliud quàm ſpiritus aut aquas vitæ, quæ ſemper priores è corporibus deſtillatis ſurgunt; & | mediarum, alias commune quid habere cum volatilium ſalium, alias cum oleorum naturâ, ſeu potiùs cum illâ fumi ex iis, dum comburuntur, egredientis. Et licèt hæ exhalationes maximam partem non leventur in aërem, niſi vaporibus mixtæ, facillimè tamen ab iis poſtea ſeparantur: aut ſuâ ſponte, quemadmodum olea ab aquâ cum quâ deſtillantur; aut agitatione ventorum adjutæ, quæ illas in unum aut plura corpora cogit, quemadmodum ruſticæ, lactis cremorem pulſando, butyrum à ſero ſeparant; vel etiam hoc ſolo quòd, vel leviores, vel ponderoſiores, vel magis vel minùs vibratæ, in regione ſublimiori vel humiliori commorantur quàm ipſi vapores. Et communiter olea minùs altè levantur quàm aquæ vitæ; & quæ magis terream habent naturam, minùs adhuc quàm olea. Nulla autem ſunt quæ inferiùs ſubſiſtant quàm illæ aquæ particulæ ex quibus ſal commune componitur; quæ quamvis, propriè loquendo, neque exhalationes neque vapores dici poſſint, cùm nunquam altiùs quàm ad ſuperficiem maris attollantur; quia tamen evaporatione hujus aquæ eò pertingunt, & multa habent valde notatu digna, quæ hîc commodè poſſunt explicari, minimè illas omittam.

|| CAPUT III. 222

De Sale.

1. Salſedo maris conſiſtit tantùm in craſſioribus iſtis ejus aquæ particulis, quas paulo antè audivimus non convolvi aut flecti poſſe actione materiæ ſubtilis, quemadmodum reliquas, neque etiam agitari niſi minorum interventu. Primò enim, niſi aqua compoſita foret ex ejuſmodi partibus, quales ſuprà ſtatuimus, æquè facile aut difficile illi eſſet in quotlibet & cujuslibet figuræ partes dividi, atque ideo vel non tam liberè quàm ſolet illaberetur corporibus quorum meatus ſatis laxi ſunt, ut calci & arenæ; vel etiam quodammodo in ea penetraret quæ arctiores illos habent, ut in vitrum & metallum. Deinde, niſi hæ aquæ partes eam haberent figuram quam ipſis tribuimus, non tam facilè ex poris aliorum corporum, quos inſederunt, ſolâ ventorum agitatione aut calore expellerentur: ut olea & pinguiores alii liquores, quorum partes alias figuras habere diximus, manifeſtum reddunt; vix enim unquam omnino ejici poſſunt ex corporibus quæ ſemel occuparunt. Poſtremò, quoniam nulla in naturâ corpora videmus adeo accuratè ſimilia, quin ſemper | aliquantulum in magnitudine differant, neminem eſſe puto qui difficulter patiatur ſibi perſuaderi aquæ etiam partes non omnino æquales eſſe, & præſertim in mari (quod eſt ingens aquarum omnium receptaculum) quaſdam tam craſſas inveniri, ut non poſſint inſtar aliarum diverſimodè inflecti ab eâ vi quâ communiter agitantur. Atque hîc deinceps conabor demonſtra|re, hoc ſolum ſuffi- 223
cere ut omnes ſalis qualitates in iis reperiantur.

2. Primò non mirandum eſt illas ſaporem pungentem & penetrantem habere, multùm differentem ab eo aquæ dulcis; cùm enim non poſſint à materiâ ſubtili, quæ illas circumjacet, inflecti, neceſſe eſt ut in cuſpides erectæ & telorum inſtar vibratæ, linguæ poros ingrediantur, atque ita penetrent ſatis altè ad illam pungendam; cùm econtra partes aquæ dulcis molliter ſupra illam fluitantes & ſemper in latera jacentes, ob facilitatem quâ flectuntur, vix guſtu poſſint ſentiri. Et particulæ ſalis, ita punctim ingreſſæ poros carnium, quæ eo condiri ſolent ut aſſerventur, non modò humiditatem tollunt, ſed etiam ſunt inſtar paxillorum hîc illic inter earum partes defixorum, ubi immoti & non cedentes illas ſuſtinent, & impediunt ne aliæ

magis lubricæ, ſeu plicatiles, immixtæ illas concutientes loco moveant, atque ita corrumpant corpus quod componunt. Hinc etiam carnes ſalitæ ſucceſſione temporis magis indureſcunt, quas alioqui partes aquæ dulcis, ſe inflectendo atque huc illuc poris earum illabendo, facilè emollirent & | corrumperent.

3. Præterea non mirum eſt aquam ſalſam dulci ponderoſiorem eſſe, cùm partibus conſtet magis craſſis & ſolidis, quæ propterea in minus ſpatium contrahi poſſunt : ex hoc enim gravitas pendet. Sed inquiſitione dignum eſt quare partes illæ ſolidiores inter alias minùs ſolidas mixtæ remaneant, cùm ob majorem gravitatem ſubſidere debere videantur. Et hujus rei ratio eſt, ſaltem in partibus ſalis vulgaris, quòd utramque extremitatem æqualiter craſſam ha-
224 beant, ſintque omnino rectæ inſtar teli vel ba|culi : ſi enim unquam in mari quædam fuerint in unâ ſuî extremitate craſſiores, & eo ipſo ponderoſiores quàm in alterâ, ſatis temporis à mundi exordio habuere ut, craſſiori iſtâ parte deorſum inclinatâ, uſque ad fundum deſcenderent ; & ſi quæ fuerint curvæ, ſatis etiam temporis habuerunt ut, corporibus duris occurrentes, eorum poros ingrederentur ; ſed quia, in hos ſemel immiſſæ, non tam facilè ſe inde liberare potuerunt quàm rectæ & in utrâque parte æquales, ideo nullæ nunc præter has ibi eſſe poſſunt. Hæ autem, quoniam tranſverſæ ſibi invicem incumbunt, præbent occaſionem partibus aquæ dulcis, quæ à motu non ceſſant, illas interlabendi & ſe ipſis, annulorum inſtar, circumvolvendi atque ita ordinandi ac diſponendi ut faciliùs motum continuare queant, & etiam celeriorem habere quàm ſi ſolæ eſſent. Nam, cùm ita aliis circumvolutæ ſunt, vis materiæ ſubtilis, quâ agitantur, id tantùm agendum habet ut eas quàm citiſſimè circa particulas ſalis quas amplectuntur verſet, atque ex aliâ in aliam tranſferat, nullis interim | ex earum plicaturis ſive annulis immutatis ; contrà verò, cùm ſolæ exiſtentes aquam dulcem componunt, ita neceſſariò implicantur ut pars virium hujus materiæ ſubtilis debeat impendi in iis diverſimodè flectendis ; alioqui enim ab invicem non poſſent ſeparari ; & ideo tunc illas nec tam facilè, nec tam velociter, movere, id eſt ex uno loco in alium transferre, poteſt.

4. Quum itaque ſit verum partes aquæ dulcis, partibus ſalis circumvolutas, faciliùs moveri poſſe quàm ſolas, non mirum eſt illas
225 has circumlabi, quum ſatis prope adſunt, | & ita complexas retinere ut illas ponderis inæqualitas non divellat. Quo fit ut ſal facilè ſolvatur in aquam dulcem injectus, vel tantùm humidiori aëri expoſitus ; nec tamen ſolvatur, in quantitate aquæ determinatâ, niſi determinata ejus quantitas, ea ſcilicet quam partes aquæ flexiles ſe

circumvolvendo amplecti poſſunt. Et quoniam ſcimus pellucida corpora, quo minùs motui materiæ ſubtilis in poris ſuis hærentis reſiſtunt, hoc pellucidiora eſſe, inde etiam intelligimus aquam marinam naturaliter fluviali pellucidiorem eſſe debere, & refractiones paulo majores efficere.

5. Videmus quoque illam difficiliùs gelu conſtringi, quia nunquam aqua gelari poteſt, niſi quoties materia ſubtilis, per partes illius fuſa, non ſatis roboris ad illas agitandas habet. Hinc etiam cauſas arcani, per æſtatem componendæ glaciei, diſcere poſſumus : quod, | licèt jam ſatis vulgatum, ex optimis tamen eſt quod ejuſmodi arcanorum ſtudioſi habent. Salem, æquali copiæ nivis aut glaciei contuſæ mixtum, circa aliquod vas aquâ dulci repletum diſponunt &, ſine alio artificio, ut illa ſimul ſolvuntur, hæc in glaciem coït. Quia materia ſubtilis partibus hujus aquæ circumfuſa, craſſior aut minùs ſubtilis, & conſequenter plus virium habens quàm illa quæ circa nivis partes hærebat, locum illius occupat, dum partes nivis liqueſcendo partibus ſalis circumvolvuntur; faciliùs enim per ſalſæ aquæ quàm per dulcis poros movetur, & perpetuò ex corpore uno in aliud tranſire nititur, ut ad ea loca perveniat in quibus motui ſuo minùs reſiſtitur ; quo ipſo materia ſubtilior ex nive in aquam penetrat, ut egredienti ſuccedat, &, quum non ſatis valida ſit ad con|tinuandam agitationem hujus aquæ, illam concreſcere ſinit. 226

6. Sed primaria partium ſalis qualitas eſt maximè fixas eſſe, hoc eſt non facilè in vapores ſolutas attolli quemadmodum partes aquæ dulcis. Quod non tantùm accidit quia majores ſunt & ponderoſiores, ſed etiam quia, quum longæ ſint & rectæ, non diu in aëre librari poſſunt, ſive ulteriùs aſcenſuræ ſive deſcenſuræ, quin altera earum extremitas deorſum pendeat, atque ita terræ ad perpendiculum immineant; ſive enim ad | aſcendendum, ſive ad deſcendendum, faciliùs aërem hoc ſitu quàm ullo alio ſecant. Quod non eodem modo in partibus aquæ dulcis ſit; quum enim ſint valde plicatiles, nunquam niſi celerrimè rotatæ in rectum porriguntur; quum contrà partes ſalis vix unquam hâc ratione rotari poſſint : nam, ſibi invicem occurrentes, quia ipſarum inflexibilitas ne unæ aliis cederent impediret, ſtatim hærere aut motum interrumpere cogerentur. Sed, quum ita in aëre ſuſpenduntur, alterâ ſuâ cuſpide terræ obverſâ, manifeſtum eſt potiùs deſcenſuras quàm aſcenſuras ; vis enim quæ ſurſum impellere poſſet, longè remiſſiùs agit quàm ſi tranſverſæ jacerent, & quidem accuratè tanto quanto aëris cuſpidi reſiſtentis [a]

a. resistentes *Elz*.

quantitas minor eſt illâ quæ obniteretur longitudini, quum interea
pondus illarum, ſemper æquale, hoc vehementiùs agat quo aëris
vis reſiſtens minor eſt.

7. Quibus ſi addamus aquam marinam, dum arenas permeat,
dulceſcere (quia nempe partes ſalis, cùm ſint inflexibiles, non, ut
partes aquæ dulcis, per exiguos illos anfractus, qui circa ſabuli
227 grana reperiuntur, labi poſſunt), diſce|mus fontes & flumina, cùm
nonniſi ex aquâ, vel per vapores ſublatâ vel colatâ per multum
arenæ, conflata ſint, minimè ſalſa eſſe debere. Itemque univerſas
illas aquas dulces, quæ quotidie in mare ruunt, neque ejus magni-
tudinem augere neque | ſalſedinem minuere poſſe; nam continuò
totidem inde egrediuntur, quarum aliæ, in vapores mutatæ, ſu-
blimia petunt atque inde, in nivem aut pluviam glomeratæ, deci-
dunt in terram; aliæ autem, & quidem plurimæ, per ſubterraneos
meatus uſque ad radices montium penetrantes &, calore ibi incluſo
velut reſolutæ in vaporem, attolluntur in eorundem juga, ubi ſca-
turigines ſeu capita fontium vel fluviorum implent.

8. Sciemus etiam aquam marinam magis ſalſam eſſe ſub æqua-
tore quàm ſub polis, ſi conſideremus Solis æſtum ibi vehementio-
rem plures vapores excitare, qui non ſemper eòdem relabuntur
unde venerunt, ſed plerumque aliorſum in loca polis viciniora, ut
meliùs poſtea intelligemus.

9. Poſtremò, niſi accuratæ ignis explicationi hìc inhærere nollem,
addi poſſet quare aqua marina reſtinguendis incendiis fluviali mi-
nùs idonea ſit; item, quare agitata noctu ſcintillet: videremus enim
particulas ſalis, dum velut ſuſpenſæ inter illas aquæ dulcis hærent,
facillimè concuti &, ita concuſſas multoque robore pollentes, ex eo
quòd ſint rectæ & inflexiles, non modò flammam augere ſi illi im-
mittantur, ſed etiam ex ſe ſolis aliquam accendere poſſe, ſi cum
impetu ab aquâ in quâ ſunt exſiliant. Ut, ſi mare A cum vehemen-
228 tiâ impulſum ad C, ibique illiſum | ſcopulo vel || obſtaculo alio
ſimili, aſſurgat ad B, impetus, quem partes ſalis ex hoc concuſſu
acquirunt, efficere poteſt ut earum primæ, in aërem juxta B ejectæ,
ſe ibi dulcis aquæ partibus quibus circumcingebantur expediant
atque, ita ſolæ & certo intervallo ab invicem diſſitæ, ſcintillas ignis
generent, non abſimiles iis quæ ſolent emicare ex ſilice percuſſo.
Notandum tamen particulas ſalis ad hunc effectum admodum rec-
tas & lubricas requiri, ut tanto faciliùs à partibus aquæ dulcis
ſeparari queant; unde nec muria, nec aqua marina diu in vaſe aliquo
ſervata, ejuſmodi ſcintillas emittit. Requiritur præterea ut partes
aquæ dulcis illas ſalis non nimis arctè complectantur: unde cre-

briores hæ fcintillæ apparent cœlo calido quàm frigido; item, ut mare fatis agitatum & concitatum fit : unde fit ut talis flamma ex omnibus ejus fluctibus non emicet; ac poftremò, ut partes falis ferantur punctim, inftar fagittarum, potiùs quàm tranfverfim : atque hinc fit ut non omnes guttæ ex eâdem aquâ exfilientes eodem modo reluceant.

10. Deinceps verò perpendamus quâ ratione fal, dum generatur, fummæ aquæ innatet, licèt admodum fixæ & ponderofæ illius partes fint; & quomodo ibi in exigua grana formetur, quorum figura quadrata non multùm difcrepat ab illâ adamantis in menfulæ formam expoliti, | nifi quòd latiffima illorum frons paulùm excavata confpicitur. Primò, neceffarium eft aquam marinam aliquâ foffâ excipi ad evitandam continuam fluctuum agitationem, & excludendam aquam dulcem quam fine intermiffione pluviæ & flumina in Oceanum convehunt. Deinde requiritur aër fatis calidus & ficcus, ut agitatio | materiæ fubtilis, quæ in eo eft, ad partes 229
aquæ dulcis à partibus falis quibus circumvolvuntur liberandas & in vaporem attollendas fufficiat.

11. Et notandum aquæ, ut & aliorum omnium liquorum, fuperficiem perpetuò æqualem & maximè lævem effe : quia partes quidem illius inter fe uniformi motu moventur, partes quoque aëris illam tangentes pari inter fe agitatione feruntur, at aquæ partes aliâ ratione & menfurâ agitantur quàm aëris; & præterea materia fubtilis, partibus aëris circumfufa, longè aliter movetur quàm ea quæ aquæ partes interfluit : atque hinc fuperficies utriufque politur, planè eodem modo ac fi duo corpora dura attererentur, nifi quòd longè faciliùs & fere in eodem inftanti hîc lævigatio fiat, propter partium quæ in liquidis funt mobilitatem. Hinc etiam fit ut fuperficies aquæ longè difficiliùs quàm ejus interiora dividatur; hoc autem ita fe habere docet experientia : nam corpora fatis parva, licèt ex materiâ gravi & ponderofâ, ut | exiguæ acus chalybeæ, facilè fuftinentur & innatant fummæ aquæ, quamdiu ejus fuperficies nondum divulfa eft; fed, ubi femel infra illam funt, ftatim ufque ad fundum defcendunt.

12. Jam verò cogitandum eft aërem, cùm fatis calidus eft ad excoquendum falem, non tantummodo quafdam flexibilium aquæ partium excitare & in vaporem elevare poffe, fed etiam cum tantâ velocitate attollere ut priùs illæ ad fummam hujus aquæ fuperficiem perveniant, quàm tempus habuerint partibus falis quibus fuerunt circumvolutæ fe omnino liberandi; eafque idcirco eoufque fecum adducunt, nec priùs planè deferunt quàm foramen exiguum,

230 per | quod ex corpore aquæ emerſerunt, ſit clauſum; unde fit ut hæ particulæ ſalis, ab iis aquæ dulcis poſtmodum relictæ, huic ſuperficiei ſupernatent, ut eas repræſentari videmus ad D. Cùm enim ibi tranſverſim jaceant, non ſatis habent gravitatis ad ſubſidendum, ut nec acus chalybeæ de quibus diximus; ſed tantùm paululum ſuperficiem deprimunt. Atque ita primæ, quæ hoc pacto aquæ ſupernatant, hinc inde per ejus ſuperficiem ſparſæ, multas veluti foſſas aut cavitates perexiguas in eâ formant; deinde, quæ ſequuntur, emergentes ex harum foſſarum lateribus, propter eorum quantulamcunque declivitatem, delabuntur ad ipſarum fundum, ibique ſe prioribus adjungunt. Et inter cætera hîc obſervandum, ex quâcunque demum illæ parte adveniant, aptè | ad latus priorum ſe applicare, ut videmus ad E, ſecundas ſaltem, ſæpe etiam tertias, quoniam hoc ipſo paulo altiùs deſcendunt quàm ſi in alio ſitu remanerent, ut in eo qui exhibetur ad F vel ad G vel ad H. Motus etiam caloris, ſemper aliquantillum ſuperficiem agitans, hanc diſpoſitionem promovet.

13. Quum autem ita duæ aut tres in ſingulis foſſis porrectæ jacent, quæ præterea allabuntur, eodem modo iis jungi poſſunt, ſaltem ſi ſponte aliquo modo ad hunc ſitum accedant; ſed, ſi accidat ut propendeant magis ad extremitates quàm ad latera priorum, iis applicantur ad angulos rectos, ut videmus ad K : quia etiam paulo altiùs
231 hâc ra|tione deſcendunt quàm ſi aliter diſponerentur, velut ad L aut ad M. Et quoniam totidem circiter ad extremitates duarum aut trium priorum accedunt quàm ad latera, hinc fit ut aliquot centenæ ita ordinatæ primò exiguam veluti tabulam contexant, figuræ ad oculum ſatis quadratæ, quæ eſt inſtar baſis naſcentis grani. Et notandum, tribus tantùm ex illis particulis aut quatuor eodem ſitu ibi poſitis, ut ad N, medias ſemper paulo altiùs demitti quàm exteriores; | ſed, deinde ſupervenientibus aliis, quæ tranſverſæ iis junguntur, ut ad O, illas exteriores fere tantundem deprimi quantum interiores : unde fit ut exigua tabula quadrata[a], baſis futuri grani ſalis, quæ ut plurimum ex aliquot centenis ſimul junctis eſt compoſita, non niſi plana appareat, etiamſi ſit ſemper aliquantulum curva. Jam verò, prout hæc tabula accreſcit, ita quoque altiùs deſcendit, ſed paulatim & tam lentè ut aquæ ſuperficies ſuo pondere non dividat, ſed deprimat tantùm. Et cùm in certam magnitudinem excrevit, tam demiſſa eſt & iſti ſuperficiei aquæ ſic immerſa ut partes ſalis, eò devolutæ, non adhæreant tabulæ oris, ſed, tranſgreſſæ, eodem modo

a. quadratæ *Elz*.

& ſitu ſuper ipſam labantur, quo priores per ſuperficiem aquæ.

14. Quo ipſo alia tabula quadrata ibi ſurgit, itidem paulatim altiùs deſcendens, donec rurſus particulæ ſalis allabentes hanc ſuperare & tertiam quandam tabulam formare poſſint; atque ita deinceps. Sed particulæ ſalis, ſecundam tabulam componentes, non tam facilè per priorem devolvuntur quàm quæ illam primam formabant per a|quam; neque enim ſuperficiem tam æqualem & 232
facilem ibi offendunt, & propterea ſæpius ad medium non pertingunt; quod cùm eo ipſo vacuum relinquatur, tardiùs hæc ſecunda tabula deſcendit quàm prima, ſed paulo major fit antequam tertia incipiat formari; & denuo hæc, paulo plus vacui in medio relinquendo, | paulo major evadit quàm ſecunda, & ita porro, donec integrum illud granum ex pluribus hujuſmodi menſulis coacervatis abſolvatur : id eſt donec, oras vicinorum granorum contingens, ulteriùs creſcere nequeat.

15. Magnitudo primæ tabulæ à gradu caloris eſt quo aqua, dum illa fit, agitatur; quo enim hæc agitatio major eſt, hoc altiùs particulæ ſalis innatantes ſuperficiem illius deprimunt; atque ita baſis minor fit; immò aqua tam validè concuti poteſt ut partes ſalis peſſum eant, antequam ullum granum formaverint. Ex quatuor lateribus hujus baſis quatuor frontes ſurgunt cum quâdam acclivitate, quæ, ſi calor ſemper æqualis fuerit inter generandum hoc granum, non niſi ex cauſis jam enumeratis dependet; ſed, ſi intendatur, hæc acclivitas in parte harum frontium quæ tunc formabitur minor erit; & contrà major, ſi remittat; atque, ſi alternatim modò augeatur modò minuatur, quaſi in gradus hæ acclivitates videbuntur fractæ. Et quatuor veluti coſtæ, connectentes has quatuor frontes, nunquam valde acutæ ſunt & præciſæ : partes enim, quæ lateribus hujus grani ſeſe adjungunt, ut plurimum quidem in longum porrectæ, quemadmodum diximus, ibi adhærent; ſed quæ ad angulos ex quibus hæ coſtæ ſurgunt devolvun|tur, faciliùs aliter 233
ſe applicant, quemadmodum ſcilicet exhibentur ad P. Quod hos angulos paulo obtuſiores & minùs æquales reddit; unde ipſum etiam granum ſæpiſſimè | fragilius eſt hîc quàm alibi, & ſpatium in medio vacuum, rotundum potiùs quàm quadratum.

16. Præterea, quoniam hæ partes granum componentes, præter ordinem quem explicavimus, cæterà ſatis confuſè junguntur, ſæpius inter illarum extremitates, quas ſe mutuo contingere non neceſſe eſt, ſatis vacui ſpatii relinquitur ad recipiendas aliquas dulcis aquæ partes, quæ ibi incluſæ & conglobatæ remanent, velut vidèmus ad R, ſaltem quamdiu non niſi mediocriter moventur; ſed, cùm vehe-

menti calore concitantur, magno impetu dilatari nituntur; eodem modo quo ſuprà diximus quum aqua in vapores ſolvitur; atque ita hos carceres cum fragore diſrumpunt. Unde fit ut ſalis grana, ſi integra in ignem mittantur, crepitando diſſiliant, non autem ſi priùs comminuta fuerint & in pulverem redacta : tum enim hæc clauſtra jam effracta ſunt.

17. Præterea nunquam aqua marina tam purè ex particulis jam deſcriptis componi poteſt, quin aliæ ſimul immixtæ occurrant quæ, licèt multo tenuiores ſint, ibi tamen commorari & particulis ſalis inſeri poſſunt; atque ab his procedit gratiſſimus ille violarum odor, quem recens ſal album exhalat; itemque ille ſordidus color, quem in nigro videmus, omneſque aliæ proprietates quæ in ſalibus ex | diverſis aquis excoctis reperiuntur.

18. Denique rationem intelligemus cur ſalis grana ſatis facilè
234 conteri poſſint & friari, ſi recordemur quâ ratione | partes ejus inter ſe nectantur. Intelligemus etiam cur ſal, cùm ſatis purus eſt, ſemper vel albus vel pellucidus apparet, ſi ad craſſitiem particularum[a] ex quibus ejus grana componuntur, & ad naturam coloris albi, quæ infrà explicabitur, ſpectemus. Neque mirabimur ſalem, granis integris & non ſiccatis, ſatis facilè ad ignem liqueſcere, cùm ſciamus tunc illum plures aquæ dulcis particulas ſuis immixtas habere; neque contrà hoc ipſum multo difficiliùs fieri, granis contuſis & lento igne exſiccatis adeo ut omnes aquæ dulcis particulæ ex eo evolarint, ſi conſideremus tunc illum non poſſe liquidum fieri, niſi permultis ex ejus partibus inflexis & complicatis, illas autem non niſi admodum difficulter inflecti. Nam, licèt fingere poſſimus omnes particulas aquæ marinæ fuiſſe olim, quaſi per gradus, unas aliis paulo magis flexiles vel paulo minùs, adeo ut inter minimas, quæ ad ſalem pertinebant, & maximas, quæ ad aquam dulcem, vix ulla differentia eſſet; quiatamen eæ tunc ſe inflectere atque aliis circumvolvere cœperunt, progreſſu temporis ſe paulatim emollire & magis ac magis flexiles reddere debuerunt, & contrà aliæ, quibus circumvolutæ ſunt, planè rigidæ & inflexiles remanere; nunc omnino putandum eſt magnum diſcrimen inter has & illas eſſe. Utræque tamen ſunt teretes ſive rotundæ, nempe partes aquæ dulcis inſtar reſtis vel anguillæ, & ſalis inſtar baculi vel cylindri : quæcunque enim corpora diu & diverſimodè ita moventur, figuram aliquo modo circularem aſſumunt.

19. His autem ita cognitis, facilè etiam agnoſcitur natura iſtius

a. particularem *Elz.*

aquæ fortiſſimæ atque acidiſſimæ, quæ, Chymicis ſpiritus vel oleum ſalis dicta, aurum ſolvit: | quum enim non || ſine magnâ vehementiâ 235 ingentis ignis extrahatur ex ſale vel puro vel alio corpori maximè ſicco & fixo immixto, ut lateri coctili qui impedit ne liqueſcat, palam liquet partes illius eaſdem eſſe quæ antea ſalem compoſuere, ſed illas per alembicum aſcendere non potuiſſe & ita ex fixis in volatiles mutari, niſi poſteaquam, inter ſe colliſæ & vi ignis agitatæ, ex rigidis & inflexibilibus quales erant, plicatiles evaſerunt, atque, eâdem operâ, ex teretibus planæ & ſecantes, ut folia iridis vel gladioli; nam aliàs minimè flecti potuiſſent. Unde etiam ratio in promptu eſt quare ſaporem multùm à ſale diſcrepantem habeant; in longum enim porrectæ, linguæ incubantes, acie ſuâ extremitatibus nervorum illius obverſâ, atque ita ſecando devolutæ, alio planè modo quàm antea illos afficere debent & conſequenter alium ſaporem, acidum nempe, excitare. Atque ita reliquarum proprietatum hujus aquæ ratio reddi poteſt; ſed, quia in infinitum hic labor excurreret, nunc, ad vapores reverſi, exploremus quâ ratione illi in aëre moveantur & ventos ibi generent.

| CAPUT IV.

De Ventis.

1. Omnis aëris agitatio ſenſibilis ventus appellatur, & omnia corpora tactum viſumque effugientia dicimus aërem. Sic rarefactam aquam & in vaporem ſubtiliſſimum tranſmutatam, in aërem converſam aiunt, licèt publicus ille aër, quem reſpiramus, ut plurimum ex particulis quæ multo tenuiores ſunt partibus aquæ, & figuram omnino diverſam habent, componatur. | Atque ita aër, ex folle eliſus 236 vel flabello impulſus, ventus nominatur, licèt venti latiùs diffuſi terraſque & maria perflantes nihil ſint niſi vapores moti qui, dilatati, ex loco arctiori in quo erant in alium ubi faciliùs expandantur tranſeunt.

2. Eâdem ratione quâ in globis, quos Æolipylas dicunt, paululum aquæ, in vaporem reſolutæ, ventum ſatis magnum & impetuoſum, pro ratione materiæ ex quâ generatur, excitat. Et quoniam hic ventus artificialis ventorum naturalium cognitioni haud parum lucis affundere poteſt, è re fore arbitror illum hîc explicari. ABCDE eſt globus ex ære vel aliâ tali materiâ, totus cavus & undiquaque

clauſus, niſi quòd aperturam exiguam habeat in regione D; cujus parte ABC | aquæ plenâ, & alterâ AEC vacuâ, id eſt nihil extra aërem continente, illum imponimus igni, cujus calor, exiguas aquæ partes agitando, efficit ut multæ ſupra ejus ſuperficiem AC attollantur, ubi expanſæ & rotatæ colliduntur, magnoque molimine recedere ab invicem nituntur, ut ſuprà explicatum fuit. Et quia ſe ita expandere atque ab invicem removere non poſſunt, niſi quatenus aliquæ ex iis per foramen D egrediuntur, tota illa vis quâ plures colliduntur, tanquam in unum collecta, id agit ut proximas per illud exturbet, atque ita ventus à D ad F ſpirans excitatur. Et quia ſemper aliæ hujus aquæ particulæ, in altum ab hâc ſuperficie AC à
237 ca|lore ſublatæ, dilatantur atque ab invicem recedunt, dum interim per foramen D aliæ enituntur, hic ventus non ceſſat ante univerſam globi aquam exhalatam, vel calorem extinctum.

3. Venti autem illi naturales qui ſolent in aëre ſentiri, eodem fere modo quo hic artificialis generantur, & præcipuè tantùm in duabus rebus diſcrepant. Quarum prima : quòd vapores, unde his origo, non tantùm ab aquæ ſuperficie, ut in hoc globo, ſed etiam à terrâ humenti, nive & nubibus emittuntur, & quidem plerumque majori copiâ quàm ex aquâ, quòd in illis particulæ, fere jam ſeparatæ & |disjunctæ, faciliùs porro divellantur. Altera : quòd vapores arctiùs quidem in Æolipylâ poſſint detineri quàm in aëre, ubi tantùm objectu vel aliorum vaporum, vel nubium, vel montium, vel denique vento-
238 rum ex aliis locis | venientium, impediuntur ne ubivis æqualiter ſe extendant; ſed viciſſim alii alibi vapores ſæpe reperiuntur, qui, eodem tempore condenſati quo hi dilatantur, locum derelictum illis occupandum tradunt. Ut, ſi, exempli gratiâ, magnam vaporum copiam imaginemur conſiſtere in aëris regione F, qui, ſe expandentes, multò majus ſpatium eo in quo continentur affectant, & ſimul eodem tempore alios hærere ad G qui, | coacti ac in pluviam vel nivem mutati, maximam partem ſpatii quod occupabant deſerunt, minimè dubitabimus quin illi, qui juxta F reperiuntur, digreſſuri ſint ad G, atque ita ventum eò ruentem generaturi. Præſertim ſi etiam cogitemus eos impediri quominus ferantur verſùs A vel B, ab altiſſimis montibus ibi ſitis; & quominus ferantur verſùs E, ab aëre ſpiſſo &
239 vi alterius venti, ſpirantis à C ad D, condenſato; & poſtremò | nubes ſupra illos ſtare, quæ prohibent ne altiùs poſſint evolare. Hîc autem, obſervemus, vapores, ita de loco in locum tranſeuntes, omnem aërem iis in viâ occurrentem & omnes exhalationes iſti aëri permixtas ſecum deferre : adeo ut, quamvis illi propemodum ſoli ventis cauſam dent, non tamen ſoli eoſdem componant; ſed dilatationem & con-

denſationem harum exhalationum & hujus aëris, quantum in ſe eſt, generationem ventorum etiam juvare; hoc tamen adeo parum eſſe ut vix in rationem venire debeat. Aër enim dilatatus duplum tantùm aut triplum ſpatii illius præterpropter occupat, quod à mediocriter condenſato occupari ſolet; quum contrà vapores bis vel ter millies tantundem exigant. Et exhalationes non dilatantur, id èſt non extrahuntur ex corporibus terreſtribus niſi per vehementem calorem, nec fere unquam deinde, quantumcunque aſpero frigore, tantum conſtringi poſſunt quantum antea fuere; quum contrà & exiguus calor | ſolvendæ in vaporem aquæ, & moderatum etiam frigus vaporibus deinde in aquam glomerandis ſufficiat.

4. Sed jam ſpeciatim proprietates & generationem principum ventorum contemplemur. Primò, obſervatur totum aërem circa terram ab Oriente ad Occidentem volvi; idque hoc loco ſupponendum erit, cùm commodè ratio diduci nequeat, quin totius univerſi fabrica ſimul explicetur, quod extra noſtrum propoſitum. Sed deinde notatur ventos Orientales plerumque multò ſicciores eſſe, magiſque aptos ad ſerenum aërem & nitidum reddendum, quàm Occidentales; quia hi, nitentes contra naturalem vaporum curſum, illos ſiſtunt atque in nubes cogunt; quum | contrà illi eoſdem pellant & diſſipent. Ut plurimum etiam Orientales mane ſpirare animadvertimus, Occidentales verò veſperi : cujus rei cauſa manifeſta erit contemplanti terram ABCD & Solem S, qui, hemiſphærium ABC illuſtrans, & faciens medium diem ad B, mediam noctem ad D, eodem tempore occidit reſpectu populorum habitantium ad A, & oritur reſpectu habitantium ad C. Nam, quia vapores ad B valde dilatati ſunt | calore diurno, feruntur partim per A, partim per C verſùs D, ubi, ſpatium illorum occupaturi quos frigus noctis ibi condenſavit, efficiunt ventum Occidentalem ad A, ubi Sol occidit, & Orientalem ad C, ubi exoritur. 240

5. Et hic ventus, ita factus ad C, ut plurimum fortior eſt, & celeriùs rapitur, quàm ille qui generatur ad A : tum quia curſum totius maſſæ aëriæ ſequitur, tum etiam quia in parte terræ, quæ eſt inter C & D, citiùs & fortiùs, ob diuturniorem Solis abſentiam, facta eſt vaporum condenſatio quàm in illâ quæ eſt inter D & A. Conſtat etiam ventos Septentrionales ut plurimum interdiu ſpirare, illoſque ex alto ruere, maximèque violentos, frigidos & ſiccos eſſe. Cujus ratio patebit, ſi conſideremus terram EBFD ſub polis E & F, ubi non multùm | Sole incaleſcit, multis nebulis & nubibus tectam eſſe; 241
atque ad B, ubi Sol in illam directos & perpendiculares radios mittit, plurimos vapores excitari, qui, actione luminis agitati, celeriter

ſublimia petunt, uſquedum eò pervenerint unde, vi ſui ponderis urgente, faciliùs ad latera detorquentur & iter ſuum tenent verſùs I & M, ſupra nubes G & K, quàm ulteriùs rectà aſcendant. Cùmque hæ nubes G & K etiam | incaleſcant & rareſiant à Sole, vapores inde egreſſi potiùs progrediuntur à G ad H, & à K ad L, quàm vel ad E vel ad F : aër enim craſſus, qui ſub polis eſt, validiùs iis obnititur quàm vapores è terrâ verſùs meridiem ſurgentes, quia hi, vehementer concuſſi & ad motum quaquaverſum jam parati, non gravatè iis loco cedunt. Atque ita, ſi ponamus Arcticum polum eſſe verſùs F, motus vaporum, à K ad L, ventum Septentrionalem excitabit, interdiu per Europam ſpirantem. Qui ventus ex alto præceps ruit ; nam ex nubibus in terram fertur. Valde quoque, ut plurimum, impetuoſus eſt ; nam æſtu omnium maximo excitatur, meridiano ſcilicet, & materià omnium facillimè in vapores diſſolubili, nubibus ſcilicet, conſtat. Poſtremò hic ventus frigidiſſimus & ſicciſſimus eſt : cùm ob ingentem illius vim ; ſuprà enim diximus ventos impetuoſos ſemper ſiccos & frigidos eſſe : tum etiam ſiccus eſt, quia, ut plurimum, ex particulis aquæ dulcis craſſioribus cum aëre mixtis componitur, & humiditas præcipuè conſiſtit in ſubtilioribus, quæ raro
242 in nubibus, unde hic ventus originem | ducit, commorantur ; nam, ut mox videbimus, glaciei potiùs quàm aquæ naturam obtinent : tum etiam frigidus eſt, quia ſecum Meridiem verſùs materiam ſubtiliſſimam Borealem rapit, quæ primaria frigoris cauſa eſt.

6. Econtra obſervatur ventos Meridionales noctu, ut plurimum, flare ; ex humili in ſublimia eniti ; lentos eſſe & humidos. Cujus rei ratio manifeſta itidem erit | intuentibus terram EBFD, & cogitantibus partem illius D, quam ſub Æquatore & in quâ nunc noctem eſſe ſuppono, ſatis adhuc caloris à diurno Sole retinuiſſe ad attollendos ex ſe multos vapores ; ſed aërem, qui eſt paulo altiùs verſùs P, non parum refrixiſſe. Nam communiter omnia corpora craſſa & ponderoſa, ut terra quæ eſt ad D, diutiùs receptum calorem ſervant quàm ſubtilia & levia, ut aër qui eſt ad P. Atque hoc efficit ut vapores, qui tunc verſùs P exiſtunt, non effluant verſùs Q & R, « quemadmodum ii qui ſunt in aliâ parte effluunt verſùs I & M », ſed ibi cogantur in nubes quæ, impedientes quominus alii vapores terrâ D egreſſi altè aſcendant, illos undequaque inflectunt verſùs N & O, atque ita efficiunt ventum illum Meridionalem qui noctu ſolet ſpirare & ex inferiori loco in altum eniti, à terrâ nempe in aërem, & qui non poteſt eſſe niſi lentiſſimus, tum quia craſſities aëris nocturni curſum illius tardat, tum quia materia quâ conſtat, terrâ tantùm vel aquâ egreſſa, non tam promptè nec tantâ copiâ dilatatur quàm ma-

teria reliquorum, quæ plerumque à nubibus effunditur. Po|ſtremò 243
calidus quoque & humidus eſt ; tum ob ſegniorem curſum : tum etiam humidus eſt, quia ex | partibus aquæ dulcis tam craſſioribus quàm ſubtilioribus componitur, quippe quæ ſimul è terrâ ſurgunt : & calidus eſt, quia materiam ſubtilem, quæ in Meridionali plagâ erat, Septentrionem verſùs ſecum ducit.

7. Palam etiam eſt menſe Martio, & in univerſum toto vere, ventos ſicciores & mutationes aëris frequentiores & magis ſubitas eſſe quàm ullâ aliâ anni tempeſtate. Cujus rationem adhuc inſpectus terræ globus EBFD revelare poteſt, ſi cogitemus Solem (quem è regione circuli BAD, repræſentantis Æquatorem, conſiſtere fingo, & ante tres menſes è regione circuli HN, tropicum Capricorni repræſentantis, hæſiſſe) multo minùs hemiſphærium terræ BFD, in quo jam vernum tempus facit, calefeciſſe, quàm alterum BED, ubi autumnum ; & conſequenter hoc dimidium BFD magis nive contectum, totumque aërem quo cingitur craſſiorem & magis nubibus refertum eſſe quàm illum qui alterum dimidium BED circumdat. Atque hinc eſt quòd interdiu vapores multò plures ibi dilatantur, & vice verſâ noctu plures condenſantur ; maſſâ enim terræ minùs ibi calefactâ, vi interea Solis non minore exiſtente, major eſt inæqualitas inter calorem diurnum & nocturnum frigus, atque ita venti Orientales, mane, ut dixi, plerumque ſpirantes, & Septentrionales medio die, uterque ſicciſſimus, illo anni tempore validiores quàm ullo alio eſſe debent. Et quum venti Occidentales veſperi flantes | ſatis quoque fortes ſint ob eandem rationem ob quam Orientales mane ſpirantes, ſimul ac vel minimùm ordinarius horum ventorum curſus
aut juvatur | aut tardatur aut detorquetur à cauſis particularibus, 244
quæ in ſingulis plagis magis aut minùs aërem dilatare aut condenſare poſſunt, plures ex iis inter ſe concurrunt & ita pluvias generant & tempeſtates, quæ tamen paulo pòſt ceſſare ſolent, quia venti Orientales & Septentrionales, pellendis nubibus idonei, ſuperiores evadunt.

8. Et crediderim hos ventos Orientales & Septentrionales eſſe quibus Græci Ornithiarum nomen, ob reductas aves vernam auram ſequentes, impoſuere. Sed quantum ad Eteſias, quos à Solſtitio æſtivo obſervabant, veriſimile eſt illos provenire ex vaporibus vi Solis à terris & aquis quæ in Septentrione ſunt elevatis, poſtquam jam ſatis diu ad tropicum Cancri hæſit. Conſtat enim illum diutiùs in tropicis morari quàm in ſpatio interjecto, & cogitandum menſibus Martio, Aprili & Maio maximam nubium & nivium partem, quæ circa polum noſtrum hærebat, in vapores & ventos reſolvi ; « ven-

toſque iſtos ab initio veris (quo tempore ſunt validiſſimi) ad ſolſtitium æſtivum paulatim, deficiente materiâ, langueſcere ; menſe verò Junio nondum ibi terras & aquas ſatis eſſe calefactas ut materiam novi venti ſuppeditent; ſed paulatim, Sole ad Tropicum Cancri commorante, magis & magis illas incaleſcere, tandemque idcirco Eteſias producere », quum magnæ illius & pertinacis diei, quæ ad ſex integros menſes ibidem extenditur, meridies paululum inclinat.

9. Cæterùm hi venti generales & regulares perpetuò tales forent quales illos deſcripſimus, ſi ſuperficies terræ ubivis æqualiter aquâ
245 tegeretur vel æqualiter extra illam | emineret, adeo ut nulla omnino marium, terrarum & | montium diverſitas eſſet, nec ulla alia cauſa extra præſentiam Solis, quâ vapores dilatarentur, nec ulla extra ejus abſentiam, quâ condenſarentur. Sed notandum Solem, dum ſplendet, communiter plures vapores ex mari quàm terrâ attollere, quia terra, multis in locis exſiccata, non tantum materiæ illi quàm aqua ſuppeditat; & contrà, cùm Sol receſſit, calorem relictum plures è terrâ quàm è mari elevare, quia terra diutius quàm mare calorem ſibi impreſſum retinet. Et propterea ſæpius in littoribus obſervatur ventos interdiu à mari, noctu à terrâ ſpirare. Ignis etiam fatuus ob eandem cauſam viatores noctu ad aquam ducit; indifferenter enim aëris curſum ſequitur, qui eò à vicinis terris propterea defertur, quòd ille qui ibi eſt magis condenſetur.

10. Item notandum aërem qui ſuperficiem aquarum tangit, motum illarum quodammodo ſequi; unde ſæpius venti juxta maris littora cum fluxu illius & refluxu mutantur, & tranquillo aëre circa majora flumina placidi quidam venti, curſum illorum ſecuti, ſentiuntur. Hîc etiam notandum vapores ex aquis emiſſos humidiores ſemper & craſſiores illis eſſe qui ex terris attolluntur, quique ideo multo plus aëris atque exhalationum ſecum vehunt. Unde fit ut eædem tempeſtates graviùs in mari quàm in terrâ ſæviant, & idem ventus, qui in unâ regione ſiccus eſt, in aliâ calidus eſſe poſſit : ita venti Meridionales, humidi fere ubivis, ſicci in Egypto feruntur, ubi | terra Africæ, ſicca & combuſta, materiam iis ſuppeditat. Hinc etiam proculdubio rarò ibidem pluit; licèt enim venti Boreales, à
246 | mari ſpirantes, ibi humidi ſint, tamen, quia ſunt etiam omnium frigidiſſimi, non facilè pluviam generare poſſunt, ut poſtea videbimus.

11. Præterea conſiderandum eſt lumen Lunæ, quod admodum inæquale eſt, prout accedit ad Solem aut ab eodem recedit, dilatationem vaporum juvare ; itemque lumen aliorum ſiderum ; ſed tantùm eâdem proportione quâ in oculos noſtros illa agere ſentimus :

oculi enim ad cognofcendam luminis vim iudices[a] omnium certiffimi funt, & ideo etiam Stellæ, comparatæ ad Lunam, vix in rationem hîc venire debent, ut neque Luna comparata ad Solem.

12. Denique confiderandum eft vapores ex diverfis regionibus terræ admodum inæqualiter furgere; nam montes aliter aftris incalefcunt quàm planities, nemora aliter quàm prata, & fundi exculti quàm relicti; terræ etiam nonnullæ ex naturâ fuâ funt aliis calidiores, vel ad calorem fufcipiendum aptiores. Et præterea, cùm valde inæquales nubes in aëre formentur, eæque facillimè ex uno loco in alium transferantur & diverfis à terrâ intervallis fuftineantur, & quidem interdum plures fimul una fub aliâ, aftra longè aliter in fuperiores quàm in inferiores agunt, & in has quàm in | fubjectam terram, alio etiam modo in eafdem regiones terræ, cùm nubibus teguntur, quàm cùm nullis, & poftquam pluit aut ninxit, quàm ante. Quamobrem fieri non poteft ut particulares ventos prænofcamus qui in fingulis terræ partibus fingulis diebus obtinebunt; nam fæpe etiam contrarii unus fupra alium feruntur.

13. Sed, fi omnia quæ hactenus dicta fuere probè obfervemus, poterimus utcumque conjicere qui venti frequentio|res & vehemen- 247
tiores debeant effe, itemque quibus in locis & temporibus regnare. Atque hoc præcipuè fciri poteft in iis maris partibus quæ à terris funt valde remotæ; cùm enim in ejus fuperficie neutiquam tanta fit inæqualitas quantam in terreftribus locis notavimus, venti multo minùs irregulares ibi generantur, & qui à littoribus eò verfùs provehuntur, raro eoufque pertingere poffunt; quod nautæ noftri fatis experti funt, nam idcirco mari omnium latiffimo Pacifici nomen impofuere.

14. Nihil præterea notatu dignum hîc occurrit, nifi quòd fere omnes fubitæ aëris mutationes (ut quòd interdum magis incalefcat, vel magis rarefiat, vel magis humefcat quàm pro temporis ratione) à ventis ortum ducant, non tantùm ab iis qui in eâ regione fpirant, in quâ hæ mutationes percipiuntur, fed etiam ab iis qui in vicinis, & à diverfitate caufarum à quibus generantur. Si enim, exempli gratiâ, dum nos ventum | Meridionalem hîc fentimus qui, ex caufâ particulari in viciniâ exortus, non multum caloris fecum adducit, interea in locis propinquis alius à Septentrione fpiret, qui à loco fatis alto vel remoto veniat, materia fubtiliffima, quam is fecum rapit, commodiffimè ad nos pertingere & frigus planè infolens efficere poterit. Et hic ventus Meridionalis, è vicino tantùm lacu pro-

a. indices *Elz*.

greſſus, humidiſſimus eſſe poteſt, cùm contrà ſiccior foret, ſi veniret à locis arenoſis quos ultra iſtum lacum eſſe ſuppono. Sique ſolâ dilatatione vaporum hujus lacûs effectus ſit, nullâ accedente condenſatione aliorum verſùs Septentrionem, aërem noſtrum longè craſſiorem & magis gravantem reddet quàm ſi hâc ſolâ condenſa-
248 tione, ſine ullâ dilatatione vaporum Meridionalium, generaretur. | Quibus omnibus ſi addamus, materiam ſubtilem & vapores qui in terræ meatibus hærent, mox huc mox illuc latos, quoſdam ibi etiam veluti ventos componere, omnis generis exhalationes ſecum vehentes pro qualitate terrarum per quas labuntur; & præterea nubes, cùm ab unâ regione aëris in aliam deſcendunt, ventum efficere poſſe aërem ex alto ad inferiora urgentem, ut mox dicemus, rationem, credo, omnium motionum habebimus quæ in aëre notantur.

| CAPUT V.

De nubibus.

1. Poſtquam ita conſideravimus quâ ratione vapores dilatati ventos efficiant, videndum nunc eſt quomodo iidem coacti & condenſati nebulas & nubes generent. Scilicet, quum primùm[a] notabiliter aëre puro minùs pellucidi fiunt, ſi uſque ad ſuperficiem terræ deſcendant, nebulæ dicuntur; ſed, ſi in aëre maneant ſuſpenſi, nubes appellantur. Et notandum, quum motus illorum tardatur, particulæque quibus conſtant ſibi invicem ſatis propinquæ ſunt ut una aliam attingat, illas jungi & in diverſos exiguos cumulos coire, qui ſunt totidem guttæ aquæ vel flocculi glaciei; unde fit ut tunc hi vapores aëre puro minùs pellucidi evadant. Quippe, quum omnino ſeparati in aëre fluctuant, luminis tranſitum non multùm impedire queunt; at coacti poſſunt; licèt enim guttæ aquæ aut glaciei particulæ, quas componunt, ſint pellucidæ, tamen, quum ſingulæ earum ſuperficies aliquot radios reflectant (ut in Dioptrice
249 de cunctis pellucidis corporibus || dictum fuit), facilè tam | numeroſæ ſuperficies ibi occurrunt ut omnes vel fere omnes radios aliò reflectere poſſint.

2. Et quantum ad guttas aquæ, illæ formantur cùm materia ſubtilis, circa exiguas vaporum partes fuſa, non quidem ſatis virium

a. quamprimum *Elz.*

habet ad efficiendum ut, ſe extendentes atque in gyrum vertentes, unæ alias loco pellant; ſed ſatis adhuc retinet ad illas complicandas & omnes quæ ſe mutuò attingunt jungendas, atque in ſphærulam glomerandas. Et ſuperficies hujus ſphærulæ tota æqualis ſtatim & polita evadit, quia partes aëris, illam contingentes, longè aliter quàm partes illius moventur; itemque materia ſubtilis, per poros illius fuſa, longè aliter quàm quæ eſt in aëris poris, ut ſuprà diximus, de maris ſuperficie verba facientes. Atque ex eâdem cauſâ hæ guttæ exactè rotundæ fiunt; ut enim ſæpius notare potuimus aquam fluminum in vortices agi, ubi aliquid impedit quominus tam celeriter motu recto procedat quàm incitatio ejus requirit, ita putandum etiam eſt materiam ſubtilem per corporum terreſtrium poros, eâdem ratione quâ fluvius per intervalla herbarum in alveo ſuo creſcentium vehitur, labentem & liberiùs ex unâ aëris parte in aliam meantem, itemque ex unâ aquæ in aliam, quàm ex aëre in aquam aut vice verſâ ex aquâ in aërem, ut alibi notavimus, intra unamquamque guttam circumagi debere, ut & extrà in aëre circumfuſo, ſed aliter hîc quâm illic, & propterea omnes partes ejus ſuperficiei rotundare. | Cùm enim aqua ſit corpus liquidum, non poteſt non ſe ad hanc materiæ ſubtilis circuitionem accommodare. Et ſine dubio hoc ſufficit ad intelligendum guttas aquæ rotundas ac|curatè eſſe ſecundùm ſectiones horizonti parallelas; nulla enim 250
omnino cauſa eſt ob quam una circumferentiæ pars propiùs quàm alia, non magis ab horizonte diſtans, ad centrum guttæ accedat aut longiùs ab eodem recedat, cùm neque magis neque minùs una quàm alia ab aëre prematur, præſertim ſi tranquillus ſit, qualem hîc intelligere oportet. Sed quoniam, ſi guttas ſecundùm alias ſectiones conſideremus, dubium eſſe poteſt annon, cùm ſunt ita exiguæ ut pondere ſuo aërem deſcenſui nequeant aperire, planiores & minùs in latitudine quàm in longitudine craſſæ fieri debeant, ut T vel V, obſervandum eſt illas aërem tam à lateribus quàm infrà circumfuſum habere; atque, ſi pondus earum non ſufficiat ad illum, quem infra ſe habent, loco movendum ut deſcendant, non magis poſſe illum, qui eſt circa latera, inde pellere ut in latitudinem diffundantur. Et quum econtra dubitare poſſimus annon, cùm pondere ſuo preſſæ deſcendunt, aër, quem dividunt, illas aliquo modo oblongas reddat, ut repræſentantur ad X aut Y, notandum eſt ipſas aëre undiquaque cingi, atque ideo illum, quem ita dividunt & cujus locum occupant deſcendendo, eodem tempore debere ſupra ipſas aſcendere ad replendum ſpatium quod relinquunt : quod non aliter fieri poteſt quàm ſi juxta ipſarum | ſuperficiem fluat, ubi viam

magis compendiofam & expeditam inveniet, fi globofæ fint, quàm fi cujuslibet alterius figuræ. Cuivis enim liquet figuram rotundam omnium capaciffimam effe, id eft minimum fuperficiei habere, pro ratione magnitudinis corporis fub eâ contenti. Et ita, quomodo-
251 cunque demum illas guttas confideremus, perpetuò ro|tundæ effe debent, nifi forfan impetus venti aut alia caufa particularis obftiterit.

3. Quod ad illarum magnitudinem attinet, pendet ex eo quòd particulæ vaporis magis vel minùs ab invicem diftent, cùm illas componere incipiunt; itemque ex eo quòd poftea magis vel minùs agitentur; & denique à copiâ aliorum vaporum qui ad illas accedere poffunt. Nam initio fingulæ guttæ ex tribus tantùm aut quatuor concurrentibus vaporis particulis componuntur; fed ftatim poftea, faltem fi hic vapor fuerit fatis denfus, duæ aut tres ex guttis inde factis, fibi invicem occurrentes, in unam coalefcunt, & denuo duæ aut tres harum in unam, & ita porro donec ampliùs concurrere nequeant. Et, dum in aëre fufpenfæ feruntur, fupervenientes alii vapores iis adjungi queunt, atque ita illas craffiores reddere, donec urgente pondere in rorem vel in pluviam decidant.

4. Exiguæ verò glaciei particulæ formantur dum frigus adeo intenfum eft ut vaporum partes à materiâ fubtili iis immixtâ flecti nequeat. Et fi quidem hoc frigus demum guttis jam formatis fupervenerit, eas congelat, | fphæricâ quam habebant figurâ invariatâ, nifi ventus fatis vehemens fimul adfuerit, cujus impulfu eâ parte, quâ illi obvertuntur, planiores fiant. Contrà verò, frigore antequam formari cœperint fuperveniente, particulæ vaporis in longum tantùm porrectæ junguntur, & filamenta glaciei admodum tenuia conftituunt. Aft fi medio tempore (quod ut plurimum accidit) fupervenerit, partes vaporum paulatim, ut plicantur & glomerantur, conglaciat; neque tantum temporis iis relinquitur ut fatis perfectè
252 ad guttas | formandas jungi poffint; atque ita exigui globuli aut pilulæ glaciei fiunt albæ, quia plurimis capillamentis conftant, quorum fingula fuperficies diftinctas & ab aliis fejunctas habent, licèt invicem accumulata implicentur. Et hæ pilulæ circumcirca pilofæ funt, quia plurimæ femper vaporis partes, quæ non tam citò quàm aliæ flecti & coacervari poffunt, erectæ ad illas accedunt, & capillamenta quibus teguntur efficiunt; & prout hoc frigus vel lentiùs advenit vel celeriùs, & vapor denfior aut rarior eft, hæ pilulæ etiam majores vel minores fiunt, & capillamenta illas cingentia vel craffiora & fimul breviora, vel tenuiora & longiora evadunt.

5. Atque ex his videmus duo femper requiri ad vapores in gla-

ciem vel aquam mutandos : nempe ut illorum partes ſint tam propinquæ ut ſe mutuò contingere queant, & ſatis frigoris adſit ad illas, dum ſe ita | invicem tangunt, ſiſtendas & connectendas. Non enim ſufficeret frigus vel intenſiſſimum, ſi particulæ vaporum, per aërem ſparſæ, tam remotæ eſſent ab invicem ut nullo modo jungi poſſint; nec ſufficeret etiam ipſas eſſe valde vicinas, ſi tanta eſſet caloris agitatio ut impediret illarum nexum. Ita non ſemper in ſublimi aëre nubes cogi cernimus, licèt frigus ibi ad hanc rem perpetuò ſatis vehemens ſit; ſed inſuper requiritur ut vel ventus Occidentalis, ordinario vaporum curſui obnitens, illos colligat & condenſet in locis in quibus ejus curſus finitur; vel etiam ut duo alii venti, à diverſis regionibus flantes, illos medios premant atque accumulent, vel ut alter eorum in nubem jam formatam impellat; vel poſtremò ut ipſi vapores, inferiori nubis alicujus parti occurrentes, dum à terrâ elevatur, ſponte ad | invicem accedant. Neque 253
etiam perpetuò nebulæ circa nos generantur, licèt hyeme quidem aër ſit ſatis frigidus, æſtate verò magna ſatis vaporum copia adſit; ſed duntaxat cùm aëris frigus & vaporum copia ſimul concurrunt. Quod ſæpius veſperi aut noctu accidit, cùm dies tepidus & inſolatus præceſſit; & frequentiùs vere quàm aliis anni temporibus, etiam quàm autumno, quia tunc major eſt æqualitas inter calorem diurnum & nocturnum frigus; frequentiùs etiam in locis maritimis aut paludoſis quàm in terris longè ab aquâ remotis aut in aquis longè à terrâ poſitis, quoniam aqua, ibi ſuum calorem citiùs amittens quàm terra, | frigefacit aërem, in quo porro vapores, quos terræ calidæ & humentes magnâ copiâ exhalant, condenſantur.

6. Maximè autem nebulæ formantur in locis quibus duorum aut plurium ventorum curſus terminatur. Hi enim venti plurimos vapores eò compellunt, qui vel in nebulas coguntur, ſi nempe aër in terræ viciniâ admodum frigidus eſt; vel in nubes, ſi nonniſi altior ſatis frigidus ſit iis condenſandis. Et notemus aquæ guttas aut particulas glaciei, ex quibus nebulæ componuntur, valde exiguas eſſe : nam, ſi vel tantillum intumeſcerent, ſtatim ad terram pondere ſuo deducerentur, adeo ut non ampliùs nebulam, ſed pluviam aut nivem diceremus : & præterea nullum unquam ventum ſpirare poſſe ubi illæ ſunt, quin ſtatim diſſipentur, præſertim cùm aquæ guttis conſtant : minima enim aëris agitatio, plurimas guttas jungens, ſingulas intumeſcere atque in pluviam aut rorem deſtillare cogit.

7. Id etiam inſuper circa nubes obſervandum, illas in diverſis à terrâ diſtantiis produci poſſe, prout vapores al|tiùs aut minùs altè 254

enituntur, antequam ſatis condenſati ſint ad illas formandas; unde fit ut plures interdum unas ſub aliis latas & etiam diverſis ventis agitatas cernamus. Atque hoc imprimis in locis montanis evenit, ubi calor vapores attollens inæqualiùs quàm alibi agit.

8. Notandum quoque has nubes vel ſaltem harum celſiſſimas, nunquam fere | ex guttis aquæ componi poſſe, ſed tantùm ex particulis glaciei. Certum enim eſt aërem, in quo conſiſtunt, frigidiorem vel ad minimum æquè frigidum eſſe ac eſt ille qui ſummis editorum montium jugis incumbit; qui tamen, etiam in mediâ æſtate, nives ibi ſolvi non patitur. Et quoniam vapores, quò altiùs enituntur, tantò plus frigoris ipſos conſtringentis inveniunt, minùſque à ventis premi poſſunt, propterea, ut plurimum, maximè ſublimes nubium partes tantùm ex tenuiſſimis glaciei capillamentis, longè à ſe invicem diſſitis, conſtant. Deinde paulo inferiùs glomi hujus glaciei admodum exigui & piloſi formantur; & gradatim, adhuc inferiùs, alii paulo majores; & poſtremò interdum in infimo loco guttæ aquæ colliguntur. Atque, aëre quidem omninò placido & tranquillo, vel etiam æqualiter aliquo vento vecto, tam hæ aquæ guttæ quàm particulæ glaciei, ſatis laxè & ſine ordine diſperſæ, ibi morari poſſunt, ita ut forma nubium tum nihil à nebulâ differat.

9. Sed, ut plurimum, ventis impelluntur qui, quoniam non tam latè patent ut omnes earum partes ſimul cum aëre circumfuſo movere poſſint, ſuprà vel infrà feruntur; & illarum ſuperficiem ra-
255 dendo, ſic premunt ut eas valde pla|nas & læves reddant. Quodque | in primis hîc notari debet, omnes exigui nivium glomi, qui in his ſuperficiebus inveniuntur, accuratè ita ordinantur ut ſinguli eorum ſex alios circa ſe habeant, ſe mutuò tangentes vel ſaltem æqualiter ab invicem diſtantes. Fingamus, exempli gratiâ, ſupra terram A B ventum ſpirare ab Occidente D, ordinario aëris curſui reluctantem aut, ſi maluerimus, alteri vento ſlanti ab Oriente C; atque hos ventos initio mutuò ſe ſtitiſſe circa ſpatium FGP, ubi quoſdam vapores condenſarunt, ex quibus molem confuſam effecerunt, dum vires utriuſque collatæ & æquales aërem ibidem tranquillum & placidum reliquerunt. Sæpius enim evenit ut duo venti hâc ratione opponantur, quia ſemper multi diverſi eodem tempore circa terram ſpirant & ſinguli eorum rectà excurrunt, donec alium contrarium ſibi obſiſtentem inveniant.

10. Sed horum ventorum, quorum unus à C, alius à D, verſùs PGF ſpirat, non diu vires paribus momentis ita libratæ ibi manere poſſunt, eorumque materiâ continuò magis magiſque eò affluente, niſi uterque ſimul ceſſet (quod rarò fit), fortior tandem vel infra vel

ſupra | nubem prorumpit, vel etiam per ejus medium, vel per am-
bitum, prout via ipſi com|modior occurrit; quo ipſo, niſi alium planè 256
ſupprimat, ad minimum illum cedere cogit. Ut hîc ſuppono ventum
Occidentalem erumpentem inter G & P, Orientalem coëgiſſe ut infe-
riùs tranſeat ad F, ubi in rorem ſolvit nebulam quæ infima pars
erat molis PGF; & conſequenter nubem G, quæ fuit pars media
ejuſdem molis, inter hos duos ventos ſuſpenſam, ab his utrinque
complanari & lævigari; itemque parvas glaciei pilulas, quæ in ejus
ſuperficie tam ſuperiori quàm inferiori reperiuntur, eaſque etiam
quæ in ſuperficie inferiori nubis P, ita ordinari ut ſingulæ ſex alias
circa ſe habeant æqualiter ab invicem diſtantes. Nulla enim eſt ratio
quæ illud impedire poſſit, & naturaliter omnia corpora rotunda &
æqualia, in eodem plano ſatis ſimiliter mota, hâc ratione diſpo-
nuntur; ut facile eſt experimento cognoſcere, ſi margaritas aliquot
rotundas ejuſdemque magnitudinis, filo ſolutas, in vaſculi alicujus
operculum, quod planum ſit, confuſè projiciamus : hoc enim leniter
concuſſo, vel tantùm margaritis flatu impulſis ut | quàm proximè 257
ad invicem accedant, videbimus illas ſponte ita diſponi.

11. Sed notemus hîc nos tantùm de ſuperficiebus nubium infe-
riori & ſuperiori eſſe locutos, non verò de lateralibus, quia | inæ-
qualis materiæ quantitas, quam ſingulis momentis venti iis adjicere
& avellere poſſunt, figuram earum ambitûs plerumque inæqualem
& irregularem facit. Hîc non addo exiguas pilulas glaciei, quæ ſunt
in interiori nube G, eâdem ratione, quâ illæ quæ in ſuperficiebus,
ordinari debere; quia non adeo manifeſtè liquet.

12. Sed dignæ conſideratione ſunt illæ quæ interdum inferiori ejus
ſuperficiei, poſtquam jam tota formata eſt, adhærent. Si enim inter-
ea, dum illa pendet in ſpatio G, quidam vapores aſcendant è terrâ
quæ eſt verſùs A, qui, frigeſcentes in aëre, paulatim in exiguas gla-
ciei pilulas concreſcant & per ventum agantur ad L, nullum omnino
dubium eſt quin hæ pilulæ ita debeant ordinari ut ſingulæ earum
ſex aliis cingantur, quæ æqualiter illas premant & omnes in eodem
plano exſiſtant. Atque ita componunt primò unum folium, ſub hujus
nubis ſuperficie expanſum; deinde aliud ſub hoc protenſum, & ita
alia deinceps, quamdiu nova materia accedit. Præterea quoque
notandum ventum, qui inter hanc nubem & terram fertur, fortiùs
in inferius horum foliorum agentem quàm in illud quod proximè
ſuperius illi incumbit, atque adhuc fortiùs in hoc quàm in id quod
huic incumbit, & ita porro, illa ducere et ſingula ſeparatim movere
poſſe, atque hâc ratione ſuperficies illorum polire, detritis ab utrâque
parte capillamentis quæ exiguis pilulis glaciei, ex quibus com|po- 258

nuntur, adhærent. | Partem quoque horum foliorum extra inferius hujus nubis ſpatium G propellere, & inde transferre poteſt, velut ad N, ubi nova nubes ex pluribus ejuſmodi foliis tota conflatur. Et licèt hîc tantùm pilularum glaciei fecerimus mentionem, facillimè tamen idem etiam de aquæ guttis intelligi poteſt, modò ventus non ita ſit vehemens ut collidantur, vel ſi exhalationes nonnullæ iis circumfuſæ, aut, quod frequenter accidit, quidam vapores nondum ad accipiendam aquæ formam diſpoſiti, interjectu ſuo eas ab invicem ſeparent : nam aliàs, ſimul ac concurrunt, plures in unam coëunt & tam craſſæ & ponderoſæ fiunt ut neceſſariò decidant.

13. Cæterùm, quod paulo antè dixi, figuram ambitûs cujuſvis nubis maximè plerumque irregularem & inæqualem eſſe, de iis tantummodo intelligendum quæ minus ſpatii in altitudine & latitudine occupant quàm venti circumlabentes. Aliquando enim tanta vaporum copia in iis plagis, ubi duo aut plures venti occurrunt, hæret, ut illis nec infra nec ſupra ſe tranſitum permittant, ſed circa ſe
259 rotari || cogant, & ſic nubem valde magnam forment quæ, | ubivis æqualiter per hos ventos preſſa, ambitum planè rotundum & lævigatum habet; quæ etiam, cùm hi venti ſunt paulo calidiores, vel cùm à Sole nonnihil ejus ſuperficies incaleſcit, quâdam veluti cruſtâ ex plurimis glaciei particulis compoſitâ obducitur. Atque hæc cruſta ſatis craſſa fieri poteſt & tamen, pondere non obſtante, in aëre ſuſpenſa manere, quoniam à reliquâ totâ nube ſuſtinetur. Cujus rei memores eſſe infrà oportebit, ad ea quæ de parheliis dicentur intelligenda.

CAPUT VI.

De nive, pluviâ & grandine.

1. Multa ſunt quæ vulgò impediunt quominus ſtatim formatæ nubes ex alto delabantur. Nàm primò particulæ glaciei vel aquæ guttæ, quibus conſtant, valde exiguæ & conſequenter multum ſuperficiei pro ratione ſuæ materiæ habentes, ſæpe magis impediuntur ab aëris reſiſtentiâ ne deſcendant, quàm à pondere ſuo impelluntur. Deinde venti, qui communiter validiores ſunt prope terram, ubi materia ex quâ conſtant craſſior eſt quàm in aëre ſublimi, ubi ſubtilior, quique ideo frequentiùs ex humili ſurſum tendunt quàm ex alto | deorſum, illas non tantùm ſuſpendere, ſed etiam ſæpius ultra regionem aëris, in quâ conſiſtunt, attollere queunt. Idem

etiam vapores poſſunt qui, terrâ egreſſi aut aliunde venientes, aërem nubibus iſtis ſubjectum diſtendunt; vel etiam ſolus calor qui, hoc aëre dilatato, illas repellit; vel etiam frigus aëris ſuperioris quod, illo compreſſo, nubes | ſurſum attrahit. Et præterea particulæ gla- 260
ciei, ventis impulſæ, contiguæ quidem evadunt, ſed non tamen idcirco omnino uniuntur; quinimo corpus adeo rarum, leve atque extenſum componunt ut, niſi calor aliquas harum partium liquefaciens ſuperveniat, atque hâc ratione illas condenſet ac graviores reddat, vix unquam ad terram deſcendere poſſint.

2. Sed, ut ſuprà monuimus aquam conglaciantem frigore quodammodo dilatari, ita hîc notandum calorem, qui alia corpora ſolet reddere rariora, communiter nubes condenſare. Atque hoc in nive experiri licet, quæ planè ejuſdem materiæ eſt ac nubes, niſi quòd jam magis ſit condenſata : illa enim in calido loco poſita conſtringitur & mole valde minuitur, ante etiam quàm ulla aqua ex eâ profluat, aut de pondere ſuo aliquid amittat. Quod accidit quia capillamenta particularum glaciei, ex quibus componitur, cùm ſint earundem particularum medio tenuiora [a], illo faciliùs liqueſcunt &, ex parte tantùm liqueſcendo, id eſt ſeſe hinc & inde inflectendo ob agitationem circumfuſæ materiæ ſubtilis, | amplexatum eunt vicinas glaciei particulas, non interea relictis iis quibus antè innectebantur, atque ita efficiunt ut unæ aliis appropinquent.

3. Sed quia particulæ glaciei, quæ nubes componunt, ut plurimum longiùs ab invicem diſtant quàm quæ nivem in terram, non ita ad quaſdam ex vicinis accedere poſſunt, quin ſimul ab aliis quibuſdam recedant. Et propterea, cùm priùs æqualiter per totum aërem ſpargerentur, in plurimos deinde exiguos cumulos aut floccos ſeparantur; ſuntque hi flocci eò majores, quò nubes fuit antea denſior, & quò lentiùs in eam calor egit. Et præterea, vento | aliquo 261
aut dilatatione totius aëris ſuperioris ſupremos horum floccorum priuſquam inferiores deturbante, his inferioribus quibus deſcendendo occurrunt adhærent, atque ita majores fiunt. Calorque poſtea illos condenſans, & magis magiſque graves reddens, facilè in terram deducit. Et quum ita non omnino liquefacti deſcendunt, nivem componunt; ſed, ſi aër per quem tranſeunt ſit tam calidus ut ſolvantur (qualis hîc apud nos totâ æſtate eſt & ſæpe etiam aliis anni temporibus), convertuntur in pluviam. Interdum etiam accidit ut ita ſolutis aut propemodum ſolutis ventus frigidus ſuperveniat, qui eos rurſus conſtringendo in grandinem convertit.

a. tenuiores *Elz*.

4. Hæc autem grando varia eſſe poteſt. Nam primò, ſi ventus
frigidus, illam efficiens, guttas aquæ jam formatas deprehendat,
globulos | glaciei pellucidos & rotundos efficit, niſi quòd interdum
eâ parte quâ illos impellit aliquanto planiores reddat. Et, ſi floccos
nivis fere ſolutos deprehendat, ſed nondum in aquæ guttas glome-
ratos, tunc fit illa grando cornuta, cujus figuræ valde diverſæ &
irregulares eſſe ſolent; ejuſque grana interdum valde magna ſunt,
quoniam à vento frigido formantur qui, nivem è ſublimi in infe-
riora præcipitans, plurimos ejus floccos ſimul compellit, & gelu in
unam maſſam conſtringit. Atque hîc notandum eſt hunc ventum,
dum floccis liqueſcentibus appropinquat, pellere in illorum poros
calorem, id eſt materiam ſubtilem maximè agitatam & minùs ſubti-
lem reliquâ, quæ tunc in aëre circumſtante reperitur; quia ipſe
ventus non tam facilè nec tam citò atque hic calor poteſt eas per-
262 vadere. Eâdem ratione quâ interdum hîc in terrâ | ſentimus calo-
rem, qui in domibus eſt, augeri, cùm repentino aliquo vento vel
pluviâ totus aër exterior ſubitò refrigeratur.

5. Calor autem, poris horum floccorum ita incluſus, quantum poteſt ad ipſorum circumferentias potiùs quàm ad centra accedit, quoniam ibi materia ſubtilis, in cujus agitatione conſiſtit, liberiùs movetur; & ita eas ibi magis & magis liquefacere pergit, priuſquam incipiant rurſus in glaciem concreſcere; atque etiam liquidiſſimæ, id eſt maximè agitatæ, particularum aquearum, quæ alibi in iſtis floccis reperiuntur, ad eorum circumferentias accedunt, iis contrà, quæ non tam citò poſſunt liqueſcere, circa centra manentibus. Unde fit ut, cùm exterior ſuperficies cujuslibet grani ex glacie continuâ & pellucidâ conſtare conſueverit, | in ejus tamen centro nonnihil nivis ſæpe reperiatur, quod hæc grana frangentibus ſeſe offert. Et quia fere nunquam niſi per æſtatem talis grando decidit, ea certos nos reddit tunc, non minùs quàm ipſâ hyeme, nubes ex glaciei particulis ſive ex nive conſtare conſueviſſe. In hyeme autem ejuſmodi grando rariſſimè cadit, vel ſaltem grana non magna habet, quia tunc tantum caloris, quantum ad illam formandam requireretur, ad nubes uſque vix poteſt pertingere, niſi certè ad nubes quæ ſunt terræ tam vicinæ ut, poſtquam earum materia liquefacta aut fere liquefacta eſt, cœpitque in pluviam aut nivem delabi, ventus frigidus ſuperveniens non ſatis temporis habeat ad illam denuo conſtringendam, priuſquam planè delapſa ſit. Si autem nix nondum ſit liquefacta, ſed tantùm aliquantulum emollita, dum ventus illam in grandinem mutans advenit, minimè fit pellucida, ſed alba inſtar ſacchari manet.

6. | Et, ſi flocci hujus nivis exigui ſint, nempe piſi inſtar, aut mi- 263
nores, ſinguli illorum in granum grandinis ſatis rotundum mutan-
tur. At, ſi fuerint majores, diſſiliunt atque in plurima grana, in
acutum ut pyramides deſinentia, convertuntur. Calor enim, eodem
momento quo ventus frigidus incurrit, in poros horum floccorum
ſe recipiens condenſat omnes illorum partes, eaſque retrahit à cir-
cumferentiâ verſus centrum; quo ipſo ſatis rotundi fiunt; & frigus,
paulo pòſt penetrans & conſtringens, illos nive multò duriores
reddit. Sed quoniam, cùm paulo majores ſunt, calor incluſus
partes illorum interiores adhuc | centrum verſus agere & conden-
ſare pergit, dum exteriora, jam indurata & frigore vincta, ſequi non
poſſunt, neceſſario intrinſecus findi debent ſecundùm plana vel
lineas rectas quæ ad centrum tendunt; &, his fiſſuris magis ma-
giſque augeſcentibus, ut frigus altiùs penetrat, tandem diſſilire ac
dividi in plures particulas acuminatas, quæ totidem grandinis grana
ſunt. Non quidem hîc determinamus in quot hujuſmodi grana ſin-
guli flocci dividi poſſint; ut plurimum tamen videtur in octo ad
minimum id fieri debere; forſan etiam interdum accidere poſſe ut in
duodecim, viginti, vel quatuor & viginti, ſed faciliùs adhuc in duo
& triginta, & nonnunquam etiam in numerum multò majorem,
prout vel majores ſunt, vel ex nive ſubtiliori conſtant, vel frigus illas
in grandinem convertens vehementiùs aut velociùs irruit. Et non
ſemel hujuſmodi grandinem obſervavi, cujus grana eandem fere
figuram habebant quam ſegmenta globi in octo partes æquales,
tribus ſectionibus ad angulos rectos ſe mutuò ſecantibus, diviſi.
Deinde alia quoque obſervavi quæ, longiora & minora, | quarta 264
circiter pars illorum videbantur, licèt, ob angulos inter conden-
ſandum rotundatos & obtuſos, figuram propemodum còni ſaccharei
haberent. Item, antè vel pòſt vel etiam cum his grandinis granis,
vulgò alia rotunda decidebant.

7. Hæ autem diverſæ grandinis figuræ nihil ſingulare aut notatu
dignum habent, ſi comparentur cum illâ nive quæ generatur ex
parvis globulis ſeu glomis glaciei, vi ventorum in formam | folio-
rum, eo modo quo dixi, diſpoſitis. Nam, calore exigua capillamenta
horum foliorum liquefacere incipiente, primùm quæ infrà & ſuprà
decutit, ut maximè ſuæ actioni obvia: pauxillumque illud liquoris
in quod ſolvuntur, per foliorum ſuperficies diffuſum, exiguas inæ-
qualitates ibi occurrentes omnes replet, atque ita æquè planas &
politas illas reddit ac eæ corporum liquidorum ſunt, quamvis ibi
ſtatim iterum concreſcat. Cùm enim tunc calor non vehementior ſit
quàm requiritur ut exigua illa capillamenta, aëre undique cincta,

reliquis integris in aquam ſolvat, non ſatis virium habere poteſt ad impediendum ne illud pauxillum aquæ, glacialibus his ſuperficiebus illapſum, earum frigore iterum aſtringatur. Poſtea hic calor, pervadens etiam alia capillamenta, quæ ſinguli glomi in ambitu, ubi ſimilibus aliis ſex cinguntur, habent, ea ex illis capillamentis, quæ maximè à ſex vicinis globulis ſunt remota, indifferenter huc illuc flectit &, hoc ipſo, iis quæ è regione ſex horum globulorum conſiſtunt adjungit: hæc enim, eorundem ſex globulorum viciniâ refrigerata, non liqueſcunt, ſed contrà denuo materiam aliorum ſibi junctorum protinus glaciant. Atque ita ſex cuſpides aut radii circa
265 ſingulos glomos formantur, qui | diverſas figuras recipere poſſunt, prout hi glomi magis aut minùs craſſi & compreſſi ſunt, capillamenta item denſa & longa, calor quo coguntur lentus ac moderatus, prout denique ventus qui hunc calorem comitatur | (modò aliquis comitetur) magis aut minùs vehemens eſt. Et ita frons nubis exterior, qualem videmus ad Z vel M, talis poſtea evadit qualem videmus ad O vel Q; & ſingulæ glaciei particulæ, ex quibus conſtat, figuram exiguæ roſæ aut ſtellæ affabrè factam repræſentant.

8. Ne autem me hæc fingere vel ex levi tantùm conjecturâ ſcribere putetis, referam ea quæ proximâ hyeme anni 1635, Amſtelodami, ubi tunc eram, circa hanc rem obſervavi. Quarto Februarii, quum dies admodum frigida præceſſiſſet, veſperi paululum pluviæ decidit, quæ in glaciem vertebatur ſimul ac terram contingebat; poſtea ſequuta eſt grando exigua, cujus grana, quæ ejus magnitudinis erant quam repræſentatam videmus ad H, ejuſdem pluviæ guttas in aëre gelatas arbitrabar. Tamen, loco illius figuræ accuratè rotundæ, quam
266 ſine dubio hæ guttæ antè habue|rant, notabiliter ab unâ quàm ab alterâ parte planiores erant, ita ut | figuram fere ſimilem haberent parti oculi noſtri quam vulgò cryſtallinum humorem dicimus. Unde ventum, qui tum temporis validiſſimus & frigidiſſimus erat, tantum virium habuiſſe didici ut figuram illam guttarum inter glaciandum potuerit immutare. Sed omnium maximè admirabar quædam ex his granis, quæ poſtrema deciderunt, parvos ſex dentes circa ſe habere ſimiles iis qui in horologiorum rotis, ut videmus ad I. Et hi dentes, qui candidiſſimi erant ſacchari inſtar, quum contrà grana ex pellucidâ glacie fere nigra viderentur, ſatis teſtabantur ſe factos ex nive ſubtiliſſimâ, guttis jam formatis aſperſâ, quemadmodum plantis pruina adhæret. Atque hâc de re certior ſum factus ex eo quòd, ſub finem, nonnulla notavi, quæ circa ſe habebant innumera exigua capillamenta, compoſita ex nive pallidiori & ſubtiliori quàm illa erat quâ dentes jam memorati conſtabant, adeo ut illi comparari poſſet

eodem modo quo cineres intacti, quibus prunæ flammâ destitutæ sensim obducuntur, iis qui jam recocti | sunt atque in foco cumulati. 267
Ægrè tantummodo poteram conjicere quidnam in aëre libero, turbantibus ventis, adeo accuratè hos sex dentes formare & circa singula grana disponere potuisset, donec tandem in mentem venit, facillimè fieri potuisse ut ventus nonnulla ex his granis versùs aliquam nubem expulerit, | eaque infra illam vel ultrà suspensa aliquamdiu detinuerit; satis enim ad hoc exigua erant : atque ibi procul dubio ita disponi debuisse ut singula sex aliis in eodem plano sitis cingerentur, quia talis est ordo naturæ. Et præterea verisimile esse calorem (quem paulo antè in aëre sublimi fuisse argumento erat pluvia quam observaram) aliquos ibi vapores excitasse quos idem ventus compulerat ad hæc grana, ubi, in formam tenuissimorum capillamentorum concreti, forsan etiam aliquid ad eorum librationem contulerant; adeo ut facillimè ibi hærere potuerint, usque dum alius calor superveniret. Et, hoc calore statim exigua capillamenta unumquodque granum cingentia liquefaciente, exceptis tantùm iis quæ versùs centra sex vicinorum granorum respiciebant, quia nempe horum granorum frigus ejus actioni repugnabat, materiam eorum, quæ liquescebant, sex acervis aliorum, quæ remanserant, se miscuisse, iisque hâc ratione densioribus redditis et calori minùs perviis, eam ibi rursus conglaciasse, atque ita hos dentes fuisse formatos. Econtra verò innumera illa capillamenta, quæ notaveram circa aliquot ex iis granis, quæ postremo loco deciderant, isto calore nullo modo contacta fuisse.

9. Postridie, horâ circiter octavâ, aliud præterea genus grandinis, seu potiùs nivis observavi, de quo nunquam antea audiveram. Parvæ laminæ glaciei erant, planæ, politæ | & pellucidæ, ejus cras- 268
sitiei cujus esse solet charta cùm paulo densior est, ejusque | magnitudinis quam videmus ad K, sed tam accuratè sexangulatas, lateribus tam rectis & angulis tam æqualibus, ut nihil simile humana industria efficere possit. Statim agnovi has laminas primò exiguos glaciei globulos fuisse, eo modo dispositos quo antè dixi, & pressos validissimo vento, satis caloris secum rapiente: adeo ut hic calor omnia illorum capillamenta liquefecerit & humore inde orto omnes eorundem poros ita impleverit ut, eo mox ibi rursus congelato, ex albis, quales antea fuerant, omnino pellucidi facti sint; atque hunc ventum ipsos eodem tempore ita compressisse ut nullum interjectum spatium remaneret; « hoc est, ut nulla in uniuscujusque circuitu esset pars quæ non aliquem ex sex vicinis attingeret » : simulque hunc eundem ventum superficies foliorum, quæ ex his globulis componebantur, super & subter labendo complanasse; ex quibus

omnibus accurata iſta laminarum figura non potuit non exſurgere.
Supererat tantùm nonnulla difficultas in eo quòd hi globuli, ſic
fere liquefacti & eodem tempore colliſi, non cohæſiſſent; licèt enim
curioſè ſcrutarer, nunquam tamen duos junctos potui invenire. Mox
autem hâc etiam in parte mihi ſatisfeci, advertendo quâ ratione
ventus, per aquam labens, aſſiduè illam agitet, omneſque ejus ſuper-
ficiei partes unam poſt alteram inflectat, nec illas tamen propterea
ſcabras aut aſperas efficiat. Inde enim cognovi ventum, qui procul
dubio ſuperficies etiam nubium inflectit, ibique continuò ſingulas
glaciei particulas paulò aliter quàm vicinas impellit, | non permit-
269 tere illas omnino conglutinari, licèt interim illarum | ordinem non
turbet & nihilominus exiguas ſingularum ſuperficies accuratè poliat
& complanet : non aliter quàm videmus etiam illum ſingulas partes
undarum, quas in pulvere vel arenâ interdum format, ſatis politas
efficere.

10. Hanc nubem ſequuta eſt alia nihil aliud quàm rotulas aut
roſas exiguas effundens, omnes ſex radiis inſtar dimidii circuli
rotundatis inſignes, planè quales videmus ad Q; pellucidas etiam
omnes & planas, ejuſdem fere craſſitiei cujus laminæ illæ ſupe-
riores, ac ſuprà quàm dici poteſt accuratè dimenſas. In medio etiam
quarundam punctum album perexiguum animadverti, quaſi pede
circini, quo rotundatæ fuerant, illic impreſſum. Sed facilè intellexi
ab iiſdem cauſis illas fuiſſe formatas, à quibus laminæ glaciei quæ
præceſſerant : hoc tantùm excepto, quòd vento non tam vehe-
menter preſſæ, nec forſan etiam calore tam intenſo circumdatæ
fuerint, ideoque earum cuſpides non omnino liquefactæ ſint, ſed
270 tantùm paulo breviores | evaſerint & in extremitate rotundæ, inſtar
| dentium qui fiunt in horologiorum rotis.

11. Punctum autem, quod in medio quarundam album appa-
rebat, ex eo eſſe mihi facilè perſuaſi quòd calor, iis formandis
inſerviens, tam moderatus fuiſſet ut, quamvis cæteras earum partes
ex albis omnino pellucidas effeciſſet, non tamen uſque ad centra
penetraſſet, quæ ideo alba remanſerant. Plures aliæ ejuſmodi ro-
tulæ poſtea deciderunt, binæ uno axe conjunctæ; vel potiùs,
quoniam iſti axes erant initio ſatis craſſi, tot exiguas columnas
cryſtallinas dixiſſes, quarum ſingulæ ſingulis roſis, ſex folia haben-
tibus & nonnihil eminentibus ultra baſin ſuam, erant exornatæ.
Sed paulo pòſt minùs craſſas alias ejuſmodi columnas animadverti,
roſis itidem aut ſtellulis, interdum æqualibus interdumque inæqua-
libus, in utrâque extremitate exornatas.

12. Breviores etiam deinde notavi axes ſive columnas, & gra-

datim adhuc breviores, donec tandem ſtellulæ omnino jungerentur,
caderentque duplices, duodecim inſignes radiis ſatis longis & accu-
ratè dimenſis, in aliis æqualibus & in aliis alternatim inæqualibus,
ut videmus ad F & E. Quæ omnia dederunt mihi occaſionem
exiſtimandi, particulas glaciei diverſorum foliorum, ſibi invicem in
nubibus impoſitorum, faciliùs cohærere quàm illas plani aut folii
ejuſdem. Licèt enim ventus, ut plurimum fortiùs in folia inferiora
quàm in ſuperiora agens, paulo celeriùs, ut jam audivimus, illa
moveat, æqualiter tamen etiam aliquando utrumque folium impel-
lere poteſt, ut ita eodem modo fluctuent : præſertim cùm non ultra
duo vel tria ita ſunt una aliis impoſita; & tum, | per oras glomorum
ex quibus | componuntur cribratus, efficit ut ii ex his glomis, qui 271
in duobus aut pluribus foliis è regione opponuntur, eundem ſemper
inter ſe ſitum ſervent & velut immoti ſe mutuò reſpiciant, licèt
interim nihilominus folia undatim agitentur, quoniam eo ipſo
viam quammaximè expeditam ſibi facit. Atque interea calor (viciniâ
glomorum, qui in duobus foliis ſunt, non minùs impeditus ne
eorum capillamenta directè interpoſita liquefaciat, quàm viciniâ
eorum qui ſunt in eodem) liquefacit tantùm alia circumcirca :
quæ, deinde integris juncta atque cum iis conglaciata, axes aut
columnas illas componunt, quæ hos glomos interea, dum in roſas
aut ſtellulas mutantur, conjungunt. Craſſitiem autem quam initio
in his columnis animadverteram, minimè mirabar, quamvis mate-
riam adhærentium capillamenterum illi producendæ non ſufficere
ſatis noſſem; fieri enim potuiſſe cogitabam ut, quatuor aut quinque
foliis ſuperingeſtis, calor, fortiùs agens in duo aut tria intermedia
(utpote ventis minùs expoſita) quàm in ſuperius vel inferius, glomos,
quibus illa conſtarent, fere totos liquefecerit, atque ita ex eorum
materiâ compoſuerit has columnas. Neque magis ſtellas diverſæ
magnitudinis eodem axe interdum junctas admirabar; quum enim
notaſſem radios majoris ſemper longiores & acutiores radiis minoris
eſſe, calorem, magis intenſum circa | hanc minorem quàm circa
alteram, magis ſolviſſe & retudiſſe cuſpides radiorum ejus judica-
bam, atque etiam eandem minorem ex glomo glaciei minore po-
tuiſſe componi. Poſtremò neque has ſtellas duplices duodecim
radiorum, quæ poſtea decidebant, admirabar; ſingulas enim earum
ex duabus ſimplicibus ſex radiorum compoſitas judicabam per calo-
|rem qui, fortior intra duo folia, quorum partes erant, quàm extra 272
eadem, exigua capillamenta glaciei, quibus nectebantur, liquefe-
cerat, atque ita illas conglutinaverat ut etiam breviores reddidiſſet
columnas, quæ jungebant alias ſtellas paulo antè mihi viſas. In

multis autem ſtellularum millibus, quæ illâ die obſervavi, ne unam quidem, quamvis curioſè inquirerem, potui invenire quæ plures aut pauciores ſex radiis haberet, exceptis pauciſſimis, quæ duodecim, & quatuor aut quinque aliis quæ tantummodo octo habebant. Atque hæ non accuratè rotundæ erant, quemadmodum reliquæ, ſed oblongæ atque omnino tales quales videmus ad O; unde judicabam illas in conjunctione extremitatum duorum foliorum vento colliſorum formatas, eodem momento quo calor exiguas illorum pilulas in ſtellas converterat; nam accuratè figuram habebant quæ inde naturaliter exſurgit. Atque hæc connexio, cùm ſecundùm lineam rectam fiat, non tantum impediri poteſt fluctuatione quam venti concitant, quantum illa glomorum qui idem folium componunt; & præterea ipſe etiam calor in oris | foliorum, dum accedunt ad invicem, major reperitur quàm alibi, adeo ut facilè duos radios cujuſque ex ſtellulis, quæ ibi occurrunt, liquefaciat; & frigus, quod huic calori ſuccedit, ſtatim ac duo folia ſe mutuò contingunt, ſtellulas iſtas, quatuor tantùm radios reliquos habentes, unam alteri conglutinat.

13. Cæterùm, præter illas ſtellas pellucidas, de quibus hactenus loquuti ſumus, innumeræ aliæ eâdem die, omnino albæ inſtar
273 ſacchari, deciderunt, quarum quædam eandem | fere figuram quam pellucidæ habebant, plurimæ autem radios magis tenues et acutos, ſæpe etiam diviſos : interdum in tres ramos qui, utroque extremo forinſecus inflexo & medio manente recto, lilium repræſentabant, ut, videntur ad R ; interdum etiam in plures, plumas aut folia filicis aut ſimile quid imitantes. Atque etiam ſimul cum his ſtellis multæ aliæ glaciei particulæ in formam capillamentorum, vel etiam planè informes, decidebant. Quorum omnium ratio ex dictis manifeſta eſt. Albedo enim ſtellularum inde erat quòd calor non penetraſſet ad ipſorum materiæ fundum, ut facilè agnoſcebatur ex eo quòd omnes quæ valdè tenues erant & exiles, ſimul etiam eſſent tranſparentes. Si verò interdum radii ſtellarum, quæ albæ erant, non minùs breves atque obtuſi eſſent quàm earum quæ pellucidæ, non ideo calor eos tantundem liquefecerat, ſed venti vehementiùs compreſſerant ; & communiter longiores atque acutiores erant, quia defectu caloris minùs ſoluti. Quando autem hi|radii in plures ramos dividebantur,
274 hoc fiebat ex eo quòd calor exigua capilla|menta, quibus componebantur, deſtitueret, cùm jam erant in motu ut ad invicem accederent, & priuſquam in unum corpus coaluiſſent. Cùmque in tres tantùm ramos diviſi erant, hoc erat ex eo quòd calor paulo tardiùs exceſſiſſet. Et duo exteriores rami extrorſum replicabantur, quia vicinia medii

rami frigidiores & magis rigidos, quâ parte illi obvertebantur, reddebat; atque ita ſinguli ex illis radiis lilii figuram aſſumebant. Reliquæ autem particulæ glaciei, quæ non erant ſic formatæ in ſtellas, certum me reddebant non omnes nubes ex parvis glomis aut pilulis componi, ſed multas etiam ſolis capillamentis confuſè junctis conſtare.

14. Cauſam autem cur hæ ſtellulæ deciderant, vehementia venti continua totum illum diem perſeverans manifeſtam mihi reddebat; nam judicabam hunc ventum non poſſe non lacerare interdum & diſturbare folia quæ componebant, ſtatimque illas, ab invicem diſjunctas, latera in terram inclinare, atque hoc ſitu facilè aërem dividentes delabi, quoniam cætera planæ erant & ſatis ponderoſæ ad deſcendendum. Si verò interdum aëre tranquillo hujuſmodi ſtellæ decidant, id accidit vel ob aërem inferiorem qui condenſatus totam nubem ad ſe trahit, vel ob ſuperiorem qui dilatatus illam deorſum agit atque, eâdem operâ, illas divellit; & propterea major tum nivium copia ſequi ſolet : hoc autem illâ die non contigit. Die verò ſequenti, | flocci nivium delapſi ſunt, qui ex innumeris exiguis ſtellis ſimul junctis compoſiti videbantur : verumtamen, penitiùs introſpiciens, animadverti interiores non tam perfectè formatas eſſe quàm exteriores, & facilè ex diſſolutâ hujus modi nube, qualem ſuprà litterâ G nota|vimus, oriri potuiſſe. Poſtea, ceſſante hâc nive, 275
ventus inſtar tempeſtatis ſubitò coortus paululum albæ grandinis effudit, oblongæ et pertenuis, cujus ſingula grana ſacchari conum exprimebant; & quoniam ſtatim aëris ſerenitas inſecuta eſt, hanc grandinem in altiſſimâ nubium parte generatam judicabam, cujus nives maximè ſubtiles & capillamentis tenuiſſimis compoſitæ erant, quales paulo antè deſcriptæ ſunt. Denique, tertiâ inde die, nivium parvos globulos aut glaciei pilulas delabentes videns, magno numero capillamentorum ſine ordine poſitorum cinctas, nec quidquam ſtellis ſimile habentes, quæcunque priùs de cauſis harum nivium fueram ſuſpicatus, mihi certa & explorata viſa ſunt.

15. Nunc autem, ex iis quæ diximus, facilè intelligitur quâ ratione nubes, ſolis aquæ guttis conſtantes, depluant : nempe vel pondere proprio, cùm guttæ ſatis craſſæ ſunt; vel cùm aër inferior receſſit, vel ſuperior incurſu ad deſcenſum invitat; vel etiam quando plures ex his cauſis ſimul concurrunt. Atque, inferiori aëre ſe contrahente, pluvia maximè minuta & veluti rorans generatur; imo aliquando adeo | minuta eſt ut ſæpiſſime delabentem non || pluviam, 276
ſed nebulam potiùs dicamus : magna contrà, ſeu grandibus guttis, colligitur quoties nubes ſolo aëre ſuperiori preſſa deſcendit; ſublimes

enim illius guttarum, primò delapſæ, alias in viâ inveniunt quibus craſſeſcunt.

16. Imo etiam æſtate aliquoties vidi, aëre tranquillo atque æſtu vehementi & velut ſuffocante, hujuſmodi pluviam decidiſſe, antequam ulla nubes appareret : cujus hæc erat ratio quòd, exiſtente magnâ vaporum copiâ in aëre, qui proculdubio ventis aliunde ſpirantibus premebantur, ut tranquillitas aëris & denſitas ejuſdem teſtabantur, guttæ, in quas hi vapores coibant, cadendo augeſcentes, ut formabantur, depluerent.

17. Nebulæ autem, cùm terra refrigeratur & aër qui eſt in ejus poris condenſatur, occaſionem habent deſcendendi; tuncque in rorem abeunt, ſi ex aquæ guttis componantur, & in pruinam, ſi ex vaporibus jam gelatis, ſeu potius qui gelantur, ut terram contingunt. Atque hoc præſertim noctu aut ſub diluculum accidit, quia tunc quam maximè terra à Sole averſa refrigeratur. Sed ventus etiam ſæpiſſime nebulas ſolvit, materiamque illarum aliò transferre ſolet, atque inde rorem aut pruinam componere in locis ubi ipſæ non exſtiterunt; & tunc videmus hanc pruinam plantis non adhærere, niſi eâ parte quam ventus tetigit.

18. | Quod ad afflatum illum dies ſerenos conſequentem attinet, qui nunquam niſi veſperi decidit, & ſolis catarrhis & capitis doloribus agnoſcitur quos in quibuſdam regionibus excitat, is conſtat certis exhalationibus ſubtilibus & penetrantibus, quæ, cùm minùs volatiles ſint quàm vapores, non levantur niſi è regionibus ſatis
277 calidis, ſereno | & ſudo aëre, &, ſimul ac calore Solis deſtituuntur, iterum decidunt; unde fit ut, pro regionum diverſitate, diverſis qualitatibus ſit præditus & multis in locis ſit incognitus. Non quidem nego rorem, qui ſub veſperam decidere incipit, ſæpe iſti afflatui comitem eſſe ; ſed nego mala de quibus accuſatur rori eſſe adſcribenda.

19. Non etiam manna, nec alii hujuſmodi ſucci qui noctu ex aëre decidunt, rore vel vaporibus conſtant, ſed exhalationibus ſolis. Atque hi ſucci non modò in diverſis regionibus ſunt diverſi, ſed etiam in quibuſdam nonniſi certis corporibus adhærent : quod proculdubio ex eo fit quòd particulæ quibus conſtant ſunt talis figuræ ut cum iis aliorum corporum necti non poſſint.

20. Cùm ros noctu non decidit, & nebula mane ſurſum recedens terram omnino ſiccam relinquit, pluviam brevi ſequuturam eſſe credere licet; nam hoc vix accidere poteſt, niſi cùm terra, noctu non ſatis refrigerata vel mane ſupra modum calefacta, multos vapores exſpirat qui, nebulam in altum pellentes, efficiunt ut ejus guttæ ſibi

invicem occurrentes jungantur, atque ita tam craſſæ evadant ut paulo pòſt in pluviam decidere cogantur.

21. Præſagit etiam | venturam pluviam aër nubibus obductus, cùm Sol nihilominus in ortu lucidè ſplendet : hinc enim liquet nullas alias nubes in viciniâ noſtri aëris verſùs Orientem eſſe, quæ obſtent ne Solis calor eas, quæ ſupra nos hærent, condenſet, vel novos vapores, quibus augeantur, à terrâ noſtrâ attollat. Hæc autem cauſa, cùm matutino tantùm tempore locum habeat, ſi ante meridiem non pluat, quid in veſperam accidet minimè poterit docere.

22. Plura hîc addere de multis aliis pluviæ ſignis non libet, |
quum maximam partem incerta ſint; &, ſi conſideremus eundem 278
calorem, qui requiritur ad condenſandas nubes & pluviam inde defundendam, illas etiam dilatare & in vapores mutare poſſe, qui vel paulatim in aërem evaneſcant, vel ventos ibi generent (prout nempe nubium partes magis comprimuntur aut diſperguntur, aut calor paulo majorem vel minorem humiditatem adjunctam habet, aut aër circumfuſus magis aut minùs dilatatur vel condenſatur), facillimè judicabimus omnia illa magis incerta & dubia eſſe quàm ut hominum ingenio prænoſci queant : « ſaltem in his regionibus ubi magna terrarum & marium inæqualitas ventos admodum inconſtantes producit; in locis enim ubi certis anni temporibus iidem ſemper venti recurrunt, haud dubiè pluviæ impendentes faciliùs prænoſcuntur ».

| CAPUT VII.

De tempeſtatibus, fulmine & ignibus aliis in aëre accenſis.

1. Cæterùm nubes non tantùm ventos generant, cùm in vapores diſſolvuntur, ſed etiam interdum totæ ſimul tam ſubito motu ex alto deſcendunt ut, omnem ſubjectum aërem magnâ vi propellentes, ventum ex eo componant qui validiſſimus quidem, ſed non diuturnus eſſe poteſt; ejuſque ſimilem facilè experiemur ſi, velo in ſublimi aëre ita expanſo ut omnes ejus partes à terrâ æquidiſtent, illud totum ſimul decidere permittamus. Fortes pluviæ plerumque hujuſ-
modi ventum autecurſorem habent, qui manifeſtè ex alto deor|ſum 279
agit, & cujus frigus abundè monſtrat illum ex nubibus venire, ubi aër communiter frigidior eſt quàm circa nos.

2. Atque hic ventus efficit ut hirundines, ſolito humiliùs vo-

lantes, pluviæ ſecuturæ præbeant argumentum ; certas enim muſcas, pabulum illarum, deprimit, quæ, abblandiente aëris ſerenitate, in altum evolare ſolent. Idem etiam eſt qui nonnunquam, cùm nubes adeo parva eſt, vel tam parum deſcendit, ut ipſe valde debilis vix in aëre libero ſentiatur, caminis illapſus, cineres & feſtucas in angulo foci contorquet, ibique | parvos quaſi turbines excitat, ſatis mirabiles iis qui eorum cauſas ignorant, & quos plerumque nonnulla pluvia conſequitur.

3. Nube autem deſcendente ponderoſâ admodum & latè diffuſâ (qualis faciliùs in vaſto mari quàm alibi colligitur, cùm vaporibus æqualiter ibi diſperſis, ſimul ac minima nubes in parte aliquâ cogi cœpit, ſtatim etiam ſe per omnia vicina loca extendit), neceſſariò tempeſtas ſurgit tantò gravior quantò nubes major eſt & ponderoſior, atque hoc pertinacior quò ex altiori loco deſcendit. Atque ita vehementes illos turbines generari arbitror quos *travadas* dicunt, nautis noſtris in longinquis navigationibus maximè formidabiles, præſertim paulo ultra promontorium Bonæ Spei, ubi vapores, magnâ copiâ ex mari Æthiopico ſurgentes, quoniam eſt latiſſimum & Solis radiis maximè incaleſcit, facillimè ventum Occidentalem efficere poſſunt qui, curſum naturalem (ab Oriente ſcilicet in Occaſum) aliorum, quos mare Indicum emittit, ſiſtens, illos in nubem cogit ; quæ nubes, quoniam oritur ex inæqualitate quæ eſt inter hæc duo maria vaſtiſ-
280 ſima & | hanc terram « quæ etiam eſt valde lata », multò major evadere debet quàm illæ quæ in noſtris regionibus generantur, ubi tantùm pendent à minoribus iſtis inæqualitatibus quæ ſunt inter noſtras planities, lacus & montes. Et quia fere nunquam aliæ nubes, in iis locis cernuntur, ſtatim ac nautæ aliquam coire animadvertunt, licèt interdum initio tam parva eſſe videatur ut illam Batavi cum bovis oculo compararint atque inde appellarint, & licèt | omnis reliquus aër valde ſerenus & defæcatus appareat, nihilominus vela contrahunt & contra magnam tempeſtatem ſe muniunt, quæ ſtatim etiam inſequitur. Eò quoque majorem illam eſſe ſolere exiſtimo, quò minor initio hæc nubes apparuit : cùm enim fieri nequeat ſatis craſſa ut aërem obſcurando ſit conſpicua, niſi ſimul etiam fiat ſatis lata, ita exigua videri non poteſt, niſi ex eo quòd ſit valde remota ; & notum eſt, quò ex altiori loco deſcendit corpus grave, hoc impetum ejus eſſe validiorem. Ita hæc nubes, ſublimis & ſubitò magna & ponderoſa facta, tota delabitur, magnâ vehementiâ omnem aërem ſubjectum agens & tempeſtatem hoc ipſo ciens. Notandum etiam vapores, huic aëri immixtos, illâ agitatione dilatari ; multos quoque alios Oceanum emittere, ob fluctus ſuos ita concuſſos, qui,

vim venti augentes & tardantes deſcenſum nubis, diutiùs tempeſta-
tem ſævire cogunt.

4. Præterea exhalationes his vaporibus immiſceri ſolent, quæ,
cùm tam longè ac illi à nube deſcendente propelli non poſſint, ob
partes minùs ſolidas et figurarum magis irregularium, aëris agita-
tione ab iis ſeparantur, eodem | modo quo, ut ſuprà diximus, ruſ- 281
ticæ, cremorem lactis tundentes, butyrum à ſero ſecernunt. Atque
ita hæ exhalationes, hinc & inde in diverſos acervos congregatæ &,
quàm altiſſimè poſſunt, juxta nubem fluctuantes, tandem malis aut
funibus navium adhærent, cùm nubes, | ad finem ſui motûs acce-
dens, illas eouſque depreſſit. Et ibi violentâ aëris agitatione accenſæ
ignes illos componunt qui S[ti] Helmi dicuntur & nautas ſpe ſereni-
tatis brevi futuræ ſolantur. Notandum tamen eſt has tempeſtates in
fine vehementiſſimas eſſe, & interdum plures nubes unas aliis in-
cumbere poſſe, infra quarum ſingulas ejuſmodi ignes reperiantur :
quod fortè antiquis occaſionem dedit, cùm unicum viderent, quem
Helenam appellabant, illum mali ominis exiſtimandi, quia nempe
tunc graviſſimum tempeſtatis impetum adhuc expectabant; & tum
demum illos ſerenitatem prænunciare credendi, cùm duos videbant,
quos Caſtorem et Pollucem vocabant; quippe raro plures notarunt,
niſi fortè cùm tempeſtas ultra ſolitum vehemens erat, quo tempore
interdum tres numerabant, quos ideo etiam mali ominis eſſe arbi-
trati ſunt. Sed audio, nunc a nautis etiam quatuor aut quinque ſimul
ſolere obſervari, forſan quia navigia majora & plures in iis malos
habent, aut quia per loca navigant ubi exhalationum copia major
attollitur. Quid enim in latioribus Oceani partibus accidat, ſolâ
conjecturâ aſſequi poſſum, cùm nunquam in iis navigaverim, nec
niſi valde dubias & incertas de ipſis relationes habeam.

5. Quod autem ad illas tempeſtates attinet, quæ tonitru, fulgure,
turbinibus & fulmine comitatæ eſſe ſolent, quarumque nonnulla
exempla in terrâ notare potui, non du|bito quin oriantur ex eo quòd, 282
cùm plures nubes tabularum inſtar unæ aliis ſuperſtratæ ſunt, inter-
dum contingit | ut ſuperiores magno impetu in inferiores dilaban-
tur. Ut ſi, duabus nubibus A & B è nive rarâ & maximè expanſâ
compoſitis, aër calidior circa ſuperiorem A feratur quàm circa infe-
riorem B; manifeſtè liquet calorem hujus aëris illam paulatim con-
denſare et ponderoſiorem reddere poſſe, adeo ut eæ ex ejus partibus
quæ altiſſimæ ſunt, primæ deſcendentes, alias, quæ ipſis in viâ oc-
currunt, deturbent & ſecum rapiant, atque ita omnes ſimul, magno
fragore & ſonitu, in nubem inferiorem ruant. Eodem modo quo in
Alpibus olim circa menſem Maium me vidiſſe memini, vi Solis cale-

factâ nive & ponderoſiori redditâ, minimum aëris motum ſubitò magnas illius moles devolviſſe, quæ, in vallibus reſonantes, ſatis bene tonitrui ſonitum imitabantur.

6. Atque hinc liquet quare hyeme rariùs hîc apud nos tonet quàm æſtate : tum enim non tam facilè calor ſufficiens nubibus diſſolvendis ad ſuperiores uſque pertingit. Liquet etiam quare, tempore vehementis æſtûs, quando vento ſeptentrionali, qui diu non duraverit, calor humens & veluti ſuffocans denuo ſuccedit, tonitru poſtea ſequi ſolet. Hoc enim teſtatur ventum illum ſeptentrionalem, ad terram accedendo, calorem inde in | illam regionem aëris egiſſe, in quâ nubes ſublimiores formantur; ipſumque etiam ventum poſtea
283 è viciniâ terræ fuiſſe expulſum ad | illam regionem aëris in quâ ſunt nubes inferiores : nempe à vaporibus tepidis qui, è terrâ calente egredientes, aërem infimum dilatarunt : unde fit ut non modò ſuperiores nubes condenſari debeant & delabi, ſed etiam inferiores adeo raras atque extenſas remanere, aëriſque ſubjecti dilatatione ita ſurſum protrudi, ut alias in ſe cadentes excipiant ibique ſiſtant, & ſæpe etiam, ne quid omnino ex iis ad terram uſque deſcendat, impediant.

7. Notandumque eſt illum ſtrepitum, qui ſupra nos ita excitatur, meliùs exaudiri debere, ob aëris circumquaque poſiti reſonantiam, majoremque eſſe, pro copiâ nivis decidentis, quàm cùm ingentes nivium moles è montibus in valles delabuntur. Notandum etiam, ex hoc ſolo quòd partes nubium ſuperiorum, vel omnes ſimul decidant, vel una poſt aliam, vel tardiùs, vel celeriùs, vel quòd inferiores majores aut minores, craſſiores aut tenuiores ſunt, & magis aut minus obnituntur, facillimè omnes diverſos tonitruum ſonos effici poſſe.

8. Differentiæ autem quæ ſunt inter fulgura, turbines & fulmina, non pendent niſi à diverſâ naturâ exhalationum quæ in ſpatio quod duas nubes interjacet reperiuntur, & à modo quo harum nubium ſuperior in inferiorem cadit. Si enim magnus æſtus & ſiccitas præceſſerit, atque ita hoc ſpatium exhalationes copioſas, maximè ſubtiles & ad concipiendam flammam aptas, contineat, ſuperior nubes fere tam exigua eſſe nequit, nec tam lentè deſcendere, quin, impulſo aëre inter ſe & inferiorem medio, fulgur aliquod elidat, id eſt, flammam levem | eodem momento evaneſcentem [a]. Atque ita tum hujuſmodi fulgura cernere poſſumus, nullo omnino tonitrus murmure
284 exaudito, interdum | etiam nubibus non ita denſis ut conſpici poſſint. Contrà verò, ſi nullæ in aëre exhalationes inflammationi idoneæ

a. enaſcentem *Elz.*

adſint, boatum quemdam tonitrus audire poſſumus, nullâ coruſcatione apparente. Et cùm ſuperior nubes nonniſi per partes ſe mutuò conſequentes delabitur, vix quidquam aliud quàm fulgura & tonitrua producit; ſed, cùm tota ſimul ſatis velociter decidit, poteſt etiam turbines & fulmina generare. Ejus enim extremitates, ut C & D, paulo celeriùs quàm ejuſdem medium deſcendunt, quia, cùm aër illis ſubjectus minus itineris conficiendum habeat, ut inde egrediatur, quàm ille qui medio ſubjicitur, faciliùs iis locum cedit; & his ita nubem inferiorem citiùs contingentibus, multum aëris verſùs medium includunt, ut hîc videtur in E; ſtatimque poſtea hic aër, magnâ vi preſſus & expulſus ab eodem nubis ſuperioris medio, quod pergit deſcendere, viam neceſſariò ſibi facit, vel perrumpendo nubem inferiorem, ut videmus ad F, vel aliquam ex ejus extremitatibus divellendo, ut ad G. Atque ita apertâ hâc nube, | magno impetu in terram ruit; unde ſtatim rurſus aſcendit, ſe celerrimè circumagendo, quoniam alius aër aut alia corpora ipſi occurrentia impediunt ne ſecundùm | lineam rectam moveri pergat æquè velociter ac agitatio 285
ejus requirit. Quo fit ut turbinem componat : & quidem hic turbo ſine fulmine & fulgure eſſe poteſt, ſi nullæ ſint prorſus in iſto aëre exhalationes ad concipiendam flammam idoneæ.

9. Sed contrà, ſi ſatis multæ ſint, omnes, in unum cumulum coëuntes & magno impetu ſimul cum ipſo in terram ruentes, incenduntur & fulmen componunt. Poteſtque hoc fulmen interdum, hominum corpora non lædendo, ipſorum veſtimenta comburere, piloſque ad cutem depaſcere : cùm nempe exhalationes quibus conſtat, quæque ſulphur ſolent redolere, non aliam quàm oleorum naturam participant, adeo ut levem tantùm flammam nutriant, quæ nonniſi corporibus combuſtioni magis idoneis adhæret. Ut, econtra, interdum oſſa carnibus integris confringere, vel vaginâ illæſâ gladium liquefacere poteſt, ſi hæ exhalationes, maximè ſubtiles & penetrantes, ſolam ſalis volatilis aut aquæ fortis naturam habeant : tum enim, ſine injuriâ cedentia corpora perlapſum, quidquid reſiſtit comminuit ac diffringit; ut & aqua fortis, duriſſima metallorum corpora reſolvens, vix quicquam agit in ceram.

10. Poſtremò, fulmen interdum in lapidem duriſſimum, omnia obvia rumpentem & disjicientem, converti poteſt, ſi penetrantibus his exhalationibus multæ aliæ pingues & ſulphureæ immiſceantur : præſertim ſi craſſiores etiam adſint, ſimiles ei terræ quæ in fundis vaſorum, in quibus collecta eſt aqua pluvia, | ſubſidit. Quemadmodum experientiâ diſcimus, ſi hujus terræ, nitri & ſulphuris certas partes ſimul mixteamus, mixturamque iſtam incendamus, illam

286 | momento temporis in lapidem quendam concrefcere. Jam verò, fi nubes à latere dehifcat, ut in G, fulmen, obliquo itinere libratum, faciliùs turrium faftigia vel montium vertices tangit, quàm loca humilia, ut videmus ad H. Nec deeft etiam ratio propter quam, cùm nubes infra perrumpitur, fæpius loca edita & eminentia quàm humiliora fulmine feriantur. Si enim, exempli gratiâ, nubes B non magis hîc, quàm alibi, aliunde difpofita fit ad dehifcendum, certum eft illam apertum iri in F, ob refiftentiam fubjectæ turris.

10 *bis*. Nec magis deeft ratio, quare fingulas vices, quibus tonitru auditur, nonnihil pluviæ fubitò decidentis confequi foleat; & quare, cùm hæc pluvia fatis copiofe effunditur, poftea non multùm tonet. Nam, fi illa vis, quâ fuperior nubes, in inferiorem decidendo, illam concutit, fatis valida fit ad eandem omnino dejiciendam, manifeftum eft fulmina ceffare debere; & quamvis fæpe fit minor, nihilominus tamen ex eâ fere femper aliquos nivis floccos excutit, qui decidentes, aëris inferioris calore, in pluviam folvuntur.

287 11. Denique, non fine ratione vulgo creditur vehementes | fonitus, quales campanarum aut bombardarum, fulminis vim infringere; nam, concutiendo nivem, ex quâ nubes inferior conftat, illam ad defcenfum invitat & difcutit. Ut ii fatis fciunt qui in vallibus, ubi moles nivium è montibus cadentium timentur, iter facere funt affueti; nam ibi ne quidem | loqui aut tuffire audent, ne fonus vocis nives commoveat.

12. Sed, ut fuprà notavimus aliquando fine tonitru fulgurare poffe, ita in regionibus aëris, ubi multæ exhalationes detinentur & pauci vapores, nubes ita leves & parum denfæ formari queunt, ut, aliâ in aliam ex loco fatis edito ruente, nullus fulminis fonus audiatur, neque tempeftas in aëre excitetur, licèt plurimas exhalationes convolutas jungant, unde non tantùm illæ minores flammæ oriuntur, quæ ftellæ cœlo cadentes vel trajicientes dici folent, fed interdum etiam globi ignei fatis craffi, qui, ad terram ufque delabentes, pro quâdam fpecie fulminis alio minùs vehementis fumi poffunt.

13. Et præterea, quoniam valde varia eft & multiplex exhalationum natura, mihi facilè perfuadeo fieri poffe interdum, ut à nubibus compreffæ materiam quamdam componant, quæ colore & fpecie externâ lac, carnem aut fanguinem, aliquo modo referat; vel quæ fubitò accenfa & combufta fiat talis ut pro ferro & lapidibus fumi poffit; vel quæ, denique, corrupta & putrefcens, in exigua quædam animalia brevi tempore convertatur. Ut inter prodigia fæpe legimus, ferro, fanguine, locuftis aut fimilibus pluiffe.

14. Præterea quoque, aëre nullis nubibus obducto, exhalationes solo ventorum flatu cogi atque incendi possunt : | præsertim si duo 288
aut plures venti contrarii simul concurrant. Et denique, etiamsi nulli venti nec nubes adsint, si tantùm exhalatio | subtilis & penetrans, quæ nempe salis naturam participet, alterius pinguis & sulphureæ poros ingrediatur, hoc ipsum sufficere potest ad tenues quasdam flammas, tam in sublimi quàm in infimo aëre, excitandas : nempe quales sunt in sublimi stellæ trajicientes &, hîc apud nos, tum ignes illi per aërem volitantes, qui fatui dicuntur, tum alii, lambentes dicti, qui puerorum capillis, equorum jubis, hastarum ferro pinguedine aliquâ inuncto, vel aliis ejusmodi corporibus adhærent. Certum quippe est, non tantùm violentam agitationem, sed sæpissime etiam solam diversorum corporum mixturam, igni producendo sufficere : ut videmus in calce aquâ consperſâ, aut in fœno, si priusquam siccum sit recondatur, & in multis aliis exemplis quotidie Chymicis occurrentibus.

15. Sed omnes isti ignes, si cum fulmine comparentur, valde parum roboris habent ; non enim nisi ex mollissimis & maximè glutinosis oleorum partibus componuntur. Et, quamvis maximè penetrantes & vividæ salium partes ad eorum productionem quoque concurrant, tamen hæ aliis permixtæ non manent, sed celerrimè in liberum aërem dissiliunt, simul ac illas inflammarunt. At, econtra, fulmen præcipuè ex his maximè penetrantibus & vividis constat, quæ, violenter pressæ & nubibus illisæ, reliquas secum in terras abripiunt. Atque ii qui norunt quantâ vi & celeritate polleat ille ignis, qui fit ex nitro & sulphure permixtis, quàmque econtra debilis sit illa flamma, quam pars oleagina sulphuris, à sale aut spiritibus separata, potest producere, facilè illa quæ hîc dicta sunt sibi persuaderi permittent. || 289

16. Ignes autem fatui & lambentes diutius durant aut citius evanescunt, prout flamma eorum magis aut minus tenax est, & materia eorum magis aut minus densa & compacta. Sed illi qui altius in aëre, stellarum instar, apparent, nonnisi per brevissimam moram durare possunt : nisi enim materiâ valde rarâ & tenui constarent, proprio pondere in terram deducerentur. Et ideo Philosophi optimè illos compararunt ei flammæ, quæ secundùm fumum lucernæ recens extinctæ decurrit, cùm hæc lucerna ad flammam alterius ab eâ nonnihil remotæ rursus accenditur. Sed magnopere miror eosdem postea credidisse cometas, itemque columnas aut trabes igneas, quæ aliquando in cœlo apparent, nihil aliud esse quàm exhalationes accensas : nam talium phænomenωn duratio, quæ satis longa esse

ſolet, cum breviſſimâ illâ morâ, quæ conſumendis exhalationibus in aëre pendentibus ſufficit, conferri planè non poteſt.

17. Et quoniam generationem & naturam illorum in alio tractatu curioſe explicare annisus ſum, neque illa magis ad Meteora pertinere arbitror quàm terræ motus & mineralia, quæ plurimi ſcriptores eò congerunt, iis omiſſis, non amplius hîc loquar niſi de luminibus quibuſdam, quæ noctu, ſereno aëre & tranquillo, apparentia, populis otioſis occaſionem dant acies ſpectrorum in aëre deprælantium fingendi, & victoriam aut cladem partis cui favent ex eo præſagiendi, prout timor aut ſpes in animis eorum præpollet. Et quidem, quia nulla unquam ejuſmodi ſpectacula ipſemet vidi, neque me fugit quantum | ſuperſtitio & ignorantia relationes, quæ de iis fiunt, corrumpere ſoleat & augere, hîc ſatis habebo leviter attingere cauſas omnes ex quibus aliquid tale produci poſſe mihi
290 videtur. Prima | eſt, cùm variæ nubes in cœlo exiſtunt, tam exiguæ ut totidem milites videri poſſint, &, unæ in alias decidentes, ſatis multas exhalationes involvunt ad parva quædam fulgura excitanda, interdumque ignis globulos ejaculandos, & nonnullos ſonitus emittendos : quo ipſo hi milites confligere videntur. Secunda eſt, cùm, hujuſmodi nubibus in cœlo exiſtentibus, non quidem unæ in alias decidunt, ſed diverſimode micant & lumen illud reflectunt, quod coruſcationes & ignes alicujus magnæ tempeſtatis, tam longe inde ſævientis ut ibi ex terrâ non percipiatur, ad illas uſque tranſmittunt. Tertia denique, cùm hæ nubes, aut aliæ quædam magis ad Septentrionem accedentes à quibus lumen accipiunt, ſunt in regione aëris tam excelſâ ut radii Solis jam infra horizontem deliteſcentis ad illas poſſint pervenire : ſi enim attendamus ad refractiones & reflexiones, quas duæ aut tres ejuſmodi nubes, variis in locis ſitæ & lumen unæ ab aliis accipientes, efficere poſſunt, facilè intelligemus non opus eſſe ut ſupra modum excelſæ ſint, ad inſolitas quaſdam luces noctu exhibendas ; atque etiam interdum ad efficiendum ut ipſe Sol ſupra noſtrum horizontem appareat, eo tempore quo illum infra eſſe certum eſt. Sed iſta minus ad hanc priorem hujus Tractatûs partem videntur pertinere, quàm ad ſequentem, in quâ de iis omnibus, quæ in ſublimi aëre aliter quàm ſint apparent, loqui deinceps inſtitui, poſtquam hactenus omnia, quæ ibidem videntur ut ſunt, explicare conatus ſum.

|| CAPUT VIII. 291

De Iride.

1. Tam mira eſt Iridis natura, & tam curioſe à multis egregiis viris fuit inveſtigata, tamque parum cognita, ut nullam aptiorem materiam eligere poſſim ad oſtendendum, ope Methodi quâ utor, poſſe perveniri ad nonnullarum rerum ſcientiam, quam ii quorum ſcripta ad nos pervenere non habuerunt. Primò, poſtquam notavi hanc Iridem non tantùm in cœlo apparere, ſed etiam in aëre nobis vicino, quoties multæ in eo aquæ guttæ à Sole illuſtratæ exſiſtunt, ut in fontibus quibuſdam per fiſtulas aquam ejaculantibus experimur; facile mihi fuit judicare, a ſolo modo quo radii luminis in guttas agunt atque inde ad oculos noſtros tendunt, eam procedere. Deinde, cùm ſcirem has guttas rotundas eſſe, ut ſuprà oſtenſum eſt, &, ſive parvæ ſive magnæ ſint, Iridem ſemper eodem planè modo in illis repræſentari, ſtatui aliquam valde magnam conſiderare, ut tanto faciliùs in eâ, quid in ſingulis contingeret, agnoſcerem.

2. Cùmque in hunc finem pilam vitream, ſatis accuratè rotundam & valde pellucidam, aquâ impleviſſem, deprehendi, Sole, exempli gratiâ, lucente ex parte cœli AFZ, & oculo poſito in puncto E, ſi locarem | hanc pilam in regione BCD, partem illius D totam rubram & multò illuſtriorem quàm reliquum videri. Et ſive propius illam adducerem, ſive ulterius removerem, ſive ad dextram ſive ad ſiniſtram verterem, vel etiam circa verticem meum rotarem, dummodo linea DE cum alterâ EM, quæ ima|ginatione ab oculi centro 292
ad centrum Solis eſt proferenda, angulum duorum & quadraginta circiter graduum conſtitueret, pars illa D ſemper æqualiter rubebat. Sed, ſimul ac hunc angulum paulo magis dilatabam, rubor evaneſcebat; &, ſi contraherem, non | ita ſimul omnis evaneſcebat, ſed antea velut in duas partes minùs ſcintillantes dividebatur, in quibus flavus, cæruleus & alii colores apparebant. Deinde, regionem etiam K hujus pilæ reſpiciens, facto angulo KEM duorum & quinquaginta cir|citer graduum, hanc partem K etiam rubram apparere, 293
ſed non tam lucidam ut D. Et paulò tantùm ampliore eodem angulo facto, alios ibidem colores magis dilutos exiſtere ; ſed eodem aliquantulum contracto, vel ſatis multùm ampliore facto, illos omnino diſparere. Unde manifeſtè didici, toto aëre ad M hujuſmodi pilis aut,

earum loco, guttis referto, punctum aliquod admodum rubrum in singulis earum relucere debere, à quibus lineæ eductæ ad oculum E cum lineâ EM angulum duorum & quadraginta circiter graduum constituunt, quales illas suppono quæ litterâ R signatæ sunt; atque hæc puncta simul considerata, loco in quo consistunt non observato nisi per angulum sub quo videntur, instar circuli continui rubro colore perfusi apparere; & similiter puncta quædam esse debere in iis guttis, quæ sunt in S & T, è quibus lineæ ductæ ad E angulos paulo acutiores cum EM constituunt, à quibus circuli colorum dilutiorum componuntur; atque in hoc primarium & principem cœlestem arcum consistere. Deinde, eodem modo, supponendo angulum MEX duorum & quinquaginta graduum esse, in guttis X rubrum circulum debere apparere, & alios circulos, minùs saturo colore imbutos, in guttis Y; atque in hoc secundariam | Iridem consistere. Et denique, in omnibus aliis guttis notatis litterâ V, nullos ejusmodi colores esse debere.

3. Postea, cùm accuratiùs examinarem in pilâ BCD unde rubeus color in ejus parte D conspicuus oriretur, notavi illum pendere à radiis Solis qui, venientes ex A ad B, aquam ingrediendo, frangebantur in puncto B & ibant ad C, unde, reflexi ad D & ibi, aquam egrediendo, iterum fracti, tendebant ad E. Nam, simul ac corpus
294 aliquod opacum & | obscurum alicui linearum AB, BC, CD vel DE opponebam, rubicundus color evanescebat; &, licèt totam pilam, | exceptis duobus punctis B & D, obnuberem & corpora obscura ubivis circumponerem, dummodo nihil actionem radiorum ABCD impediret, lucidè tamen ille refulgebat. Postea, eodem modo investigatâ causâ rubri illius coloris qui apparebat in K, inveni illum esse à radiis Solis qui, venientes ab F ad G, ibi refrangebantur versùs H, & in H reflexi ad I, rursusque ab I reflexi ad K,
295 tandemque | iterum fracti in puncto K, tendebant ad E. Atque ita primaria Iris fit à radiis post duas refractiones & unam reflexionem ad oculum venientibus; secundaria verò à radiis qui nonnisi post duas refractiones & duas reflexiones eòdem pertingunt; ideoque hæc semper alterâ minùs est conspicua.

4. Sed supererat adhuc præcipua difficultas, in eo quòd, etiamsi, posito alio ejus pilæ situ, radii etiam post duas refractiones & unam aut duas reflexiones ad oculum possint pervenire, nulli tamen, nisi in eo situ de quo jam locuti sumus, ejusmodi colores exhibeant. Atque ut hanc amolirer, inquisivi annon aliqua alia res inveniri posset, cujus ope colores eodem modo apparerent, ut, factâ ejus comparatione cum aquæ guttis, tanto faciliùs de eorum causâ judi-

carem. Et commodùm recordatus, per prifma vel triangulum ex cryftallo fimiles videri, unum confideravi, quale eft MNP, cujus duæ fuperficies MN & NP funt omnino planæ, & una ad alteram ita inclinata ut angulum 30 vel 40 circiter graduum contineant, atque ideo, fi radii Solis ABC penetrent MN ad angulos rectos | aut fere rectos, ita ut nullam notabilem refractionem vitrum ingrediendo patiantur, fatis magnam, exeundo per N, debeant pati. Et tectâ alterutrâ ex his fuperficiebus opaco aliquo cor|pore, in quo fit 296
anguftum foramen, quale eft DE, obfervavi radios, per illud foramen tranfeuntes atque inde effufos in linteum aut chartam albam FGH, omnes colores Iridis ibi depingere, & quidem femper rubrum in F & cæruleum feu violaceum in H.

5. Unde primùm didici, curvaturam fuperficiei guttarum generationi colorum minimè neceffariam effe; hæc enim cryftallus fuperficiem nullam habet quæ non fit plana; neque anguli magnitudinem fub quo apparent : hîc enim, permanentibus illis, mutari poteft, &, licèt fieri poffit ut radii tendentes ad F jam magis, jam minùs incurventur quàm euntes ad H, femper tamen qui ad F rubrum depingent, & cæruleum qui ad H; neque etiam reflexionem : hîc etenim nulla omnino eft; nec denique fæpius iteratas refractiones, cùm hîc tantummodo unica fiat. Sed judicabam unicam ad minimum requiri, & quidem talem ut ejus effectus aliâ contrariâ non deftruatur. Nam experientia docet, fi fuperficies MN & NP parallelæ forent, radios, tantundem per alteram erectos quantum per unam frangerentur, | nullos colores depicturos. Neque dubitabam quin & lumen neceffarium fit ad horum colorum productionem; fine illo enim nil cernimus. Et præterea obfervavi umbram quoque aut limitationem luminis requiri : dempto enim corpore opaco quod in NP, colores FGH ftatim evanefcunt : atque, fi fatis laxam aperturam DE faciamus, rubrum, croceum & flavum, quæ ad F, non latius propterea expanduntur, ut nec viride, cæruleum & violaceum, quæ ad H; fed totum fpatium intermedium, litterâ G notatum, album remanet.

6. Quibus animadverfis, intelligere conatus fum quare hi | colores 297
alii fint in H quàm in F, cùm tamen refractio, umbra & lumen, eodem modo in utroque concurrant. Et, confideratâ luminis naturâ quemadmodum illam in Dioptricâ defcripfi, nempe tanquam actionem vel motum materiæ cujufdam valde fubtilis, cujus partes tanquam exiguæ fphærulæ per poros corporum terreftrium devolutæ confpiciendæ funt, agnovi has fphærulas, pro diverfitate caufarum quæ harum motus determinant, diverfimode moveri; & fpeciatim omnes refractiones, quæ in eandem partem fiunt, illas ita difponere ut in

eandem etiam partem rotentur; ſed, cùm nullas vicinas ipſis multo celeriùs aut tardiùs decurrentes habent, motum illarum circularem propemodum motui rectilineo æqualem eſſe. Cùm verò in unâ parte vicinas habent quæ ipſis tardiùs decurrunt, & in adverſâ alias quæ celeriùs, vel ſaltem æquè celeriter, ut in confinio luminis & umbræ contingit, ſi occurrant eis quæ | tardiùs moventur, eâ parte ſecundùm quam rotantur, ut accidit iis quæ componunt radium EH, hoc efficere ut earum motus circularis motu rectilineo tardior ſit; & planè contrarium fieri, ſi eiſdem occurrant parte adverſâ, ut accidit iis quæ componunt radium DF. Quæ ut meliùs intelligantur, ſupponamus pilam 1234 ſic impulſam eſſe ab V ad X, ut recto tantùm
298 motu incedat, | & duo illius latera 1 & 3 æquali celeritate delabantur uſque ad ſuperficiem aquæ YY, ubi motus lateris 3, quod prius quàm aliud iſtam ſuperficiem contingit, retardatur, non mutato illo lateris 1; unde fit ut tota pila neceſſariò rotari incipiat ſecundùm ordinem numerorum 123. Et præterea imaginemur illam quatuor aliis pilis Q, R, S, T circumdatam : quarum duæ Q & R majori vehementiâ quàm illa tendunt verſùs X, & duæ aliæ S & T minori. Unde liquet pilam Q, urgentem motum lateris 1, & pilam S, remorantem motum | lateris 3, rotationem illius augere; neque pilas R & T quidquam obſtare, quoniam R ita impulſa ſupponitur ut celeriùs feratur ad X quàm illa ſequitur, & T, ut minùs celeriter ſequatur quàm illa præcedit. Atque hoc explicat actionem radii DF. Contrà verò, ſi pilæ Q & R tardiùs quàm pila 1234 ferantur ad X, S autem & T velociùs, R impedit rotationem partis 1, & T illam partis 3, nihil agentibus duabus reliquis Q & S. Quo actio radii HE innoteſcit. Sed notandum, cùm hæc pila 1234 accuratiſſimè rotunda eſſe ſupponatur, facillimè accidere[a] poſſe ut, quando ſatis fortiter premitur à duabus R & T, rotationem ſuam ideo non ſiſtat, ſed ſe vertat in orbem circa axem 24, & ita, minimo momento mutato ſitu, deinceps in contrariam partem rotetur. Duæ enim R &
299 T, quæ | primæ occaſionem ſe vertendi illi dedêre, ut poſtea perſeveret efficiunt, donec hoc motu dimidium circulum impleverit, illæque non ampliùs tardare ejus rotationem, ſed contrà augere poſſint. Cujus rei conſideratio difficultatem mihi expedivit, quam totius hujus materiæ præcipuam eſſe exiſtimo.

7. Et, meâ quidem ſententiâ, manifeſtè ex his omnibus liquet, naturam colorum qui pinguntur in F, tantùm in eo conſiſtere quòd particulæ materiæ ſubtilis, actionem luminis tranſmittentes, majori

a. accedere *Elz.*

impetu & vi rotari nitantur, quàm ſecundùm lineam rectam moveri : ita ut qui multò validiùs rotari nituntur, rubicundum colorem efficiant, & qui nonniſi paulò validiùs, flavum. Ut | contrà natura eorum qui videntur ad H, tantùm in eo conſiſtit quòd hæ particulæ non tam velociter rotentur quàm aliàs ſolent, cùm nulla talis cauſa earum motui reſiſtit : ita ut viride appareat ubi non multò tardiùs ſolito rotantur, & cæruleum, ubi multò tardiùs. Et ſæpe in extremitatibus hujus cærulei, rutilus quidam color ei miſcetur, qui, fulgorem ſuum ipſi communicans, in violaceum ſive purpureum illum mutat : quod proculdubio ex eo eſt quòd eadem cauſa, quæ rotationem particularum materiæ ſubtilis tardare conſuevit, cùm tunc ſatis valida ſit ad quaſdam invertendas & ea|rum ſitum immutandum, earundem 300
rotationem accelerare debeat, dum interim illam aliarum tardat.

8. Et in his omnibus tam unanimes ratio & experientia conſpirant, ut non putem ullum, ex iis qui ad utramque ſatis attendent, credere poſſe naturam colorum aliam eſſe quàm explicui. Si enim verum eſt ſenſum luminis à motu eſſe, aut ab inclinatione ad motum, cujuſdam materiæ oculos noſtros tangentis, ut multa paſſim teſtantur & manifeſtum reddunt, certum quoque diverſos ejus materiæ motus, alios atque alios ſenſus in nobis effecturos. Et quemadmodum diverſitas alia in his motibus eſſe nequit, quàm illa jam nobis explicata, ita neque experientia nullam aliam, in eo quem habemus horum motuum ſenſu, præter illum colorum eſſe teſtatur. Et nihil inveniri poteſt in cryſtallo MNP, quod colores producere queat, præter modum quo | particulas materiæ ſubtilis ad linteum atque inde ad oculos mittit. Unde ſatis liquere arbitror nihil etiam præter hoc in coloribus aliorum corporum quærendum eſſe : nam ipſa experientia quotidiana docet, lumen ſeu album, & umbram ſeu nigrum, cum coloribus Iridis hîc explicatis, compoſitioni omnium aliorum ſufficere. Neque illam diſtinctionem Philoſophorum probare poſſum, quâ dicunt alios colores veros eſſe & alios falſos, ſeu tantummodo apparentes. Cùm enim genuina & ſola colorum natura ſit apparere, contradictio eſſe videtur, illos apparentes & tamen falſos eſſe dicere.

9. Concedo quidem umbram & refractionem non perpetuò iis generandis neceſſarias eſſe, ſed magnitudinem, figuram, ſitum corporis colorati vulgo dicti, illorum loco diverſimode cum lumine concurrere poſſe, ad augendam | aut imminuendam rotationem partium 301
materiæ ſubtilis. Ita ut initio quoque dubitârim an omnino eadem ratione quâ in cryſtallo MNP, colores etiam in Iride generentur : nullam quippe umbram lumen terminantem ibi notâram, nequedum

noram quare tantùm ſub certis quibuſdam angulis apparerent, donec
tandem, ſumpto calamo & | curioſe ſingulis radiis, qui in diverſa
puncta unius guttæ cadunt, ad calculum revocatis, ut diſcerem ſub
qualibus angulis, poſt duas refractiones & unam aut duas re-
flexiones, ad oculos noſtros venire poſſint; inveni, poſt unam re-
flexionem & duas refractiones, multò plures videri poſſe, ſub angulo
graduum ab uno & quadraginta ad duo & quadraginta, quàm ſub
ullo minore, & nullum omnino ſub majori apparere. Deinde etiam
inveni, poſt duas reflexiones & refractiones totidem, multò plures
ad oculum manare, ſub angulo graduum unius & quinquaginta vel
duorum & quinquaginta, quàm ſub ullo majori, neque ullum ſub
minori conſpici. Ita ut ab utrâque parte umbra lumen terminans
adſit, quod lumen, infinitas pluviæ guttas Sole illuminatas per-
means, demum ad oculum ſub angulo duorum fere & quadraginta
graduum venit, atque ita primariam Iridem generat. Itemque eſt
umbra quæ terminat lumen ſub angulo unius & quinquaginta gra-
duum aut paulò ampliùs, atque hoc pacto exteriorem arcum pro-
ducit. Nullos enim luminis radios, aut multò pauciores, ab uno
objecto quàm ab altero vicino in oculos ſuos recipere, hoc eſt um-
bram videre. Atque hinc ſatis perſpicuè patet colores horum arcuum
ab iiſdem cauſis eſſe, à quibus illi qui per cryſtallum MNP appa-
rent; & ſemidiametrum arcûs interioris duobus & quadraginta
302 gradibus majorem[a] eſſe non debe|re; nec illam exterioris uno &
quinquaginta minorem; & denique, priorem accuratiùs in exteriori
ſuperficie terminatum eſſe debere, quàm in interiori, & alterum
planè contrà. Quod | accuratè cum experientiâ conſentit.

10. Verùm, ut Mathematici videant an calculus, quo angulos qui
hîc à radiis luminis fiunt examinavi, ſatis ſit accuratus, illum hîc
placet explicare.

Sit AFD aquæ gutta, cujus ſemidiametrum CD aut AB in tot
æquales partes divido quot radios calculo examinare volo, ut tan-
tundem luminis uni quàm alteri attribuatur. Deinde unum horum
radiorum ſpeciatim conſidero, ut ex. gr. EF, qui non rectà tendit
ad G, ſed, in F refractus, decedit ad K & inde reflectitur ad N, ubi
iterum refractus tendit ad oculum P; vel etiam, adhuc ſemel ab N
303 ad Q reflexus, refringitur in Q verſùs oculum R. Et ductâ | CI ad
angulos rectos in FK, ex iis quæ in Dioptrice dicta fuêre, cognoſco
AE aut HF, & CI, illam inter ſe proportionem habere, per quam
aquæ refractio dimetienda eſt. Adeo ut, ſi HF conſtet octo millibus

a. minorem *Elz*.

partium, qualium AB conſtat decem millibus, CI conſtabit 5984 aut circiter : quoniam refractio aquæ paulò major eſt quàm trium ad quatuor, & quàm accuratiſſimè illam dimetiendo, invenio eſſe ut 187 ad 250. Cognitis ita duabus lineis HF & CI, facillimè | duos arcus cognoſco, FG qui eſt 73 graduum & 44 minutorum, & FK qui eſt 106.30. Deinde, ſubducendo duplum arcûs FK ex aggregato arcûs FG & arcûs 180 graduum, hoc eſt dimidii circuli, fit 40.44 pro quantitate anguli ONP : ſuppono enim ON & EF eſſe parallelas. Præterea tollendo hos 40.44 ex FK, fit 65.46 pro angulo SQR : ſuppono enim SQ & EF eſſe etiam parallelas. Atque ita omnes alios radios, parallelos ipſi EF & per omnia puncta quibus diviſa eſt ſemidiameter CD vel AB tranſeuntes, examinando, tabulam ſequentem compono :

304

LINEA HF	LINEA CI	ARCUS FG	ARCUS FK	ANGULUS ONP	ANGULUS SQR
1000	748	168.30	171.25	5.40	165.45
2000	1496	156.55	162.48	11.19	151.29
3000	2244	145. 4	154. 4	17.56	136. 8
4000	2992	132.50	145.10	22.30	122. 4
5000	3740	120.	136. 4	27.52	108.12
6000	4488	106.16	126.40	32.56	93.44
7000	5236	91. 8	116.51	37.26	79.25
8000	5984	73.44	106.30	40.44	65.46
9000	6732	51.41	95.22	40.57	54.25
10000	7480	0.	83.10	13.40	69.30

Et facillimè in hâc tabulâ videmus, radios longè plures eſſe, qui angulum ONP 40 circiter graduum faciunt, quàm qui minorem; vel SQR | 54 circiter, quàm qui majorem. Deinde, ut adhuc accuratiùs horum angulorum quantitatem inveniam, facio tabulam ſequentem :

305

LINEA HF	LINEA CI	ARCUS FG	ARCUS FK	ANGULUS ONP	ANGULUS SQR
8000	5984	73.44	106.30	40.44	65.46
8100	6058	71.48	105.25	40.58	64.37
8200	6133	69.50	104.20	41.10	63.10
8300	6208	67.48	103.14	41.20	62.54
8400	6283	65.44	102. 9	41.26	61.43
8500	6358	63.34	101. 2	41.30	60.32
8600	6432	61.22	99.56	41.30	58.26
8700	6507	59. 4	98.48	41.28	57.20
8800	6582	56.42	97.40	41.22	56.18
8900	6657	54.16	96.32	41.12	55.20
9000	6732	51.41	95.22	40.57	54.25
9100	6806	49. 0	94.12	40.36	53.36
9200	6881	46. 8	93. 2	40. 4	52.58
9300	6956	43. 8	91.51	39.26	52.25
9400	7031	39.54	90.38	38.38	52. 0
9500	7106	36.24	89.26	37.32	51.54
9600	7180	32.30	88.12	36. 6	52. 6
9700	7255	28. 8	86.58	34.12	52.46
9800	7330	22.57	85.43	31.31	54.12

306 || Et hîc videmus maximum angulum ONP 41 graduum & 30 minutorum esse posse, & minimum SQR 51.54; cui addentes aut subducentes 17 circiter minuta pro semidiametro Solis, inveniemus 41.47 pro maximâ semidiametro Iridis interioris, & 51.37 pro minimâ exterioris.

11. Verum quidem est aquæ calidæ refractionem refractione frigidæ paulò minorem esse; quod aliquantum hunc calculum mutare potest. Hoc tamen semidiametrum Iridis interioris non ultra unum aut duos gradus ad summum augere potest; & tum illa exterioris fere bis tanto minor erit. Quod notatu dignum est, quoniam inde demonstrari potest refractionem aquæ non multò minorem, neque majorem esse, quàm illam hîc statuimus. Nam, si tantillo major foret, radium Iridis interioris minorem 41 gradibus faceret, cùm contrà, communi errore, 45 illi dentur; &, si illam satis exiguam

ſupponamus ut reverà 45 graduum ſit, inveniemus illum etiam exterioris non multò majorem 45 gradibus, cùm tamen, vel ad oculum, interiore multò major videatur. Et Maurolycus, qui (ut puto) primus omnium interiorem 45 graduum ſe obſervaſſe ſcripſit, alteri 56 circiter attribuit. Unde liquet quàm parum fidei iis obſervationibus ſit adhibendum, quæ ab ignaris verarum cauſarum fieri ſolent.

12. Cæterùm facilè intellexi quare rubeus color exterior ſit in Iride interiore, & contrà interior in exteriore. Nam eadem cauſa, ob | quam potiùs in F quàm in H conſpicitur per cryſtallum[a] MNP, efficit ut ſi, oculum in lintei locum FGH transferentes, cryſtallum reſpiciamus, rubrum ibi verſùs partem craſſiorem MP videamus, & cæruleum verſùs N : radius enim rubro colore tinctus, qui tendit ver|ſùs F, venit a parte Solis C, quæ verſùs MP craſſio- 307
rem partem cryſtalli eſt ſita. Atque ob hanc eandem rationem, quia centrum guttarum aquæ, & per conſequens illarum pars craſſior, exterior eſt reſpectu punctorum coloratorum quæ formant arcum interiorem, ideo rubrum in exteriori ejus limbo debet apparere; & eodem modo, quia interior eſt reſpectu eorum quæ formant exteriorem, ideo in eo rubrum interius apparet.

13. Atque ita nullam difficultatem in hâc materiâ ſupereſſe arbitror, niſi fortè circa illa quæ præter ordinem aſſuetum naturæ in eâ contingunt. Ut cùm arcus non accuratè rotundus eſt, aut centrum illius in rectâ lineâ, Solem & oculum tranſeunte, non jacet : quod accidere poteſt, vento guttarum figuram immutante; nunquam enim tam parum à ſphæricâ ſuâ figurâ diſcedere poſſunt, quin ſtatim illud notabilem differentiam in angulo, ſub quo colores videri debent, efficiat. Audivi etiam aliquando arcum cœleſtem inverſum, cornibus in altum erectis, apparuiſſe, qualem hîc repræſentatum videmus FF. Quod vix crediderim accidiſſe, niſi | per reflexionem radiorum ſolarium incurrentium in ſuperficiem maris aut lacûs alicujus. Ut ſi, à parte cœli SS effuſi, caderent in aquam DAE & inde ad pluviam CF reſilirent, oculus B videret arcum FF, cujus
| centrum in puncto C, ita ut, prolatâ lineâ CB uſque ad A, & 308
AS tranſeunte per centrum Solis, anguli SAD et BAE æquales ſint, & angulus CBF duorum & quadraginta circiter graduum. Ad hoc tamen etiam requiritur ſumma aëris tranquillitas, ne vel minimus ventorum flatus aquæ E ſuperficiem inæqualem reddat; & fortè inſuper, ut nubes quædam iſti aquæ ſuperincumbat, qualis G, quæ impediat ne lumen Solis, rectâ ad pluviam tendens, illud,

a. crystallinum *Elz.*

quod aqua eò reflectit, ſupprimat atque extinguat : unde fit ut non-
niſi rariſſimè videatur. Oculus præterea in tali ſitu reſpectu Solis &
pluviæ eſſe poteſt, ut videat partem inferiorem circuli, quo integra
Iris conſtat, non videndo ſuperiorem ; atque ita ut illam [a] pro Iride
inverſâ ſumamus, etiamſi tunc non verſùs cœlum, ſed tantummodo
verſùs terram aut aquam reſpicientibus appareat.

14. Quidam etiam mihi narrarunt, tertiam | Iridem, duas ordi-
narias cingentem, ſe aliquando vidiſſe, ſed multò pallidiorem, &
tantum circiter à ſecundâ remotam quantum ab illâ prima diſtat.
309 Quod vix accidiſſe arbitror, niſi forſan | quædam grandinis grana,
maximè rotunda & pellucida, huic pluviæ fuerint immixta : in qui-
bus cùm refractio multò quàm in aëre major fiat, arcus cœleſtis
exterior multò etiam major in illis eſſe debuit, & ita ſupra alterum
apparere. Interior verò, qui ob eandem rationem longè minor de-
buit fuiſſe quàm interior pluviæ, fieri poteſt ut, ob inſignem hujus
fulgorem, nequidem fuerit notatus, vel ut uterque limbis com-
miſſis pro uno fuerit habitus, ſed pro uno cujus colores aliter quàm
in Iride ordinariâ diſpoſiti eſſe debuerunt.

15. Atque hoc in mentem mihi revocat artificium quoddam ad
varia ſigna in cœlo repræſentanda, quæ valde mirabilia viderentur
iis qui eorum cauſas ignorarent. Exiſtimo jam omnes nôſſe quo
artificio in fonte arcus cœleſtis repræſentari poſſit : nempe ſi aqua,
per exigua foramina A, B, C ſatis altè erumpens, quaquaverſum in
aëre diſpergatur ad R, Sole lucente ex Q, ita ut, Q E M jacente in lineâ
310 rectâ, angulus M E R duorum & quadraginta circiter | graduum ſit,
oculus E Iridem, planè ſimilem illi quæ in cœlo apparet, videbit. Cui
nunc addendum, quædam eſſe olea, & ſpiritus ſive aquas diſtillatas,
alioſque hujuſmodi liquores, in quibus refractio inſigniter major
aut minor efficitur quàm in aquâ communi ; quæ tamen propterea
non | minùs clara & pellucida ſunt quàm ipſa. Atque ideo plures
ordine fiſtulas diſponi poſſe, quæ, aliis atque aliis liquoribus re-
fertæ, magnam cœli partem coloribus Iridis pingerent : ſi nempe
liquores, quorum refractio eſſet maxima, ſpectatoribus proximi
ponerentur & non tam altè in aërem exilirent ut conſpectum remo-
tiorum impedirent. Ex quibus, quoniam, parte foraminum A, B, C
obturatâ, ea pars Iridis R R quam volumus evaneſcit, reliquis
omnino inviolatis, facile eſt intelligere, ſi eodem modo claudantur
& aperiantur appoſitè diverſa foramina fiſtularum hos liquores
ejaculantium, fieri poſſe ut eæ partes cœli, quæ coloribus Iridis

a. illum *Elz.*

pictæ erunt, figuram habeant nunc crucis, nunc columnæ, nunc cujuſpiam alterius rei, quam ſpectatores admirentur. Ubi tamen fateor nonnullâ induſtriâ & ſumptibus opus eſſe ut, his fiſtulis aptiſſimè diſpoſitis & liquores admodum altè ejaculantibus, hæ figuræ ex loco valde remoto videri poſſint, illaſque multi homines ſimul, artificio non detecto, conſpiciant.

|| CAPUT IX. 311

De nubium colore & de halonibus, ſeu coronis, quæ circa ſidera interdum apparent.

1. Poſt illa quæ de colorum naturâ diximus, non multa credo addenda eſſe de iis quos in ſublimi videmus. Quantum enim primò ad albedinem & opacitatem ſeu nigredinem nubium, ex hoc ſolo illæ oriuntur quòd hæ nubes magis aut minùs exponantur aſtrorum lumini, vel etiam umbræ, tam ſuæ quàm aliarum nubium vicinarum. Et duo hîc tantummodo notanda ſunt. Quorum primum, ſuperficies corporum pellucidorum, partem radiorum in eas incidentium reflectere, ut ſuprà quoque monuimus : unde fit ut lumen faciliùs ad trium haſtarum altitudinem in aquam penetret, quàm per paululum ſpumæ, quæ tamen nihil præter aquam eſt, ſed aquam plures ſuperficies habentem, quarum primâ partem hujus luminis reflectente, ſecundâ aliam, & ita porro, nihil omnino, vel nihil fere, ſupereſt quod ulterius pergat. Et propterea nec vitrum in pulverem comminutum, nec nix, nec nubes paulò denſiores pellucidæ eſſe poſſunt. Alterum eorum quæ hîc | obſervanda, eſt, etiamſi actio luminoſorum corporum in eo tantùm conſiſtat ut pellant ſecundùm lineas rectas materiam illam ſubtilem quæ oculos noſtros attingit, particulas tamen hujus materiæ, ut plurimùm, etiam circulariter moveri, ſaltem eas quæ hîc ſunt in aëre nobis vicino, eâdem ratione quâ pila ſe circumvolvit, dum terram tangendo movetur, etiamſi nonniſi ſe|cundùm lineam rectam fuerit impulſa. Suntque 312
ea corpora, quæ ſic efficiunt ut partes materiæ ſubtilis volvantur æquè celeriter ac ea quæ ſecundùm lineam rectam feruntur, quæ alba propriè appellantur : qualia proculdubio ſunt illa omnia quæ à ſolâ ſuarum ſuperficierum multitudine impediuntur quominus ſint pellucida, ut ſpuma, vitrum comminutum, nix & nubes.

2. Unde intelligere poſſumus quare cœlum ſerenum & defæcatum,

non album, ſed cæruleum appareat, dummodo ſciamus illud ex ſeipſo nullum planè lumen emittere, maximèque tenebroſum eſſe appariturum, ſi nulli omnino vapores nec exhalationes ſupra nos eſſent; ſemper autem eſſe nonnullos, qui radios aliquot ad nos remittunt, hoc eſt qui repellunt particulas materiæ ſubtilis quas Sol aut alia ſidera in illos impulerunt. Et cùm hi vapores ſatis copioſi adſunt, materia ſubtilis ab unis eorum particulis repulſa, ſtatim aliis occurrit, quæ ejus particulas in gyrum agunt, antequam ad oculos noſtros perveniant : quo ipſo tunc cœlum album apparet. Sed, cùm econtra hi vapores valde rari ſunt, particulæ materiæ ſubtilis non ſatis multis eorum particulis occurrunt, ut æquè celeriter in orbem ac ſecundùm lineam rectam moveantur; ideoque cœlum nonniſi cæruleum videri debet juxta ea quæ de naturâ coloris cærulei paulò antè dicta ſunt. | Et ob eandem cauſam aqua marina, ubi admodum alta eſt & pellucida, cærulea videtur; pauci quippe tantummodo radii ab ejus ſuperficie reſiliunt, & nulli eorum, qui illam ſubeunt, revertuntur.

3. Hîc præterea intelligere licet quare, Sole Oriente vel Occidente,
313 tota cœli pars, in quâ eſt, rubro colore ſæpe tin|gatur : quod accidit cùm inter illum & nos non tot nubes nec tot nebulæ interjacent, ut radios illius planè excludant, ſed tamen adſunt nebulæ nonnullæ quæ impediunt ne tam facilè iſti radii per aërem terræ maximè vicinum tranſmittantur, quàm per illum qui paulò ab eâ remotior eſt, & gradatim etiam, ne tam facilè per hunc quàm per multò remotiorem. Manifeſtum enim eſt hos radios, refractionem in his nebulis paſſos, partes materiæ ſubtilis quam permeant determinare, ut eodem modo volvantur quo volveretur pila per terram ex eâdem parte labens; ita ut rotatio inferiorum ſemper actione ſuperiorum intendatur, cùm fortiorem hanc ſuppoſuerimus ; & novimus hoc ſufficere ad rubedinem repræſentandam, quæ poſtea, reflexa a nubibus, quaquaverſum per cœlum diſpergi poteſt. Et notandum hanc rubedinem, mane apparentem, ventum præſagire aut pluviam, quoniam hoc teſtatur, pauciſſimis nubibus ibi in Oriente exiſtentibus, Solem ante meridiem multos vapores attollere poſſe, & nebulas, quæ illam[a] exhibent, jam ſurgere : cùm contrà veſperi hæc rubedo ſerenitatem polliceatur, quia ſignum eſt nullas aut pauciſſimas nubes in occaſu collectas eſſe ; unde fit ut venti Orientales | dominentur, & nebulæ noctu deſcendant.

Non hîc diutius ſpeciali explicationi aliorum colorum, qui in

a. illum *Elz*.

nubibus videntur, immoror; eorum enim cauſas omnes, in iis quæ jam dicta ſunt, ſatis manifeſtè contineri exiſtimo.

4. Sed aliquando circuli quidam ſive coronæ circa ſidera apparent, de quibus deinceps eſt agendum. In eo Iridi ſunt ſimiles quòd rotundæ ſint vel propemodum rotundæ, & ſemper Solem vel aliquod aliud aſtrum pro centro | habeant: manifeſto argumento illas aliquâ 314
reflexione aut refractione generari, quarum anguli omnes æquales vel propemodum æquales ſunt. Itemque in eo cum Iride conveniunt, quòd interdum ſint coloratæ : unde liquet aliquam refractionem & umbram lumen terminantem ad earum productionem requiri. Sed in eo differunt quòd Iris nunquam appareat, niſi pluente cœlo ubi videtur, licèt ſæpius non pluat ubi ſpectator conſiſtit; hæ autem nunquam conſpiciantur ubi pluit. Unde liquet eas minime generari per refractionem quæ fit in aquæ guttis aut grandine, ſed per eam quæ in iis ſtellulis ex glacie pellucidâ compoſitis, de quibus ſuprà locuti ſumus. Quippe non aliam cauſam in nubibus poſſumus invenire, quæ tale quidquam efficiat; &, licèt nunquam hujuſmodi ſtellas decidere videamus, niſi frigidiore cœlo, ratio tamen nos certos facit, illas quovis anni tempore formari. Cùmque etiam calore opus ſit, ut ex albis, quales ſunt initio, pellucidæ, ut hic effectus requirit, fiant, veriſimile eſt | æſtatem, iis producendis, hyeme commodiorem eſſe. Et, quamvis hæ ſtellulæ, cùm decidunt, planas ſuperficies habere videantur, certum tamen eſt illas in medio magis quàm in extremitatibus intumeſcere : quod etiam in quibuſdam oculus deprehendit; & prout tumor ille major aut minor eſt, hos circulos etiam majores efficit aut minores : diverſarum enim proculdubio magnitudinum ſunt. Et ſi quidem qui ſæpius obſervati fuerunt diametrum 45 circiter graduum, ut quidam teſtantur, habuerunt, facilè mihi perſuadeo convexitatem particularum glaciei, quæ illos tantæ magnitudinis efficit, eam eſſe quam ipſæ frequentiſſimè habere ſolent, & fortè etiam, quæ eſt maxima quam poſſint | acquirere, 315
priuſquam omnino liquefiant. Sit ABC ex. gr. Sol, D oculus, EFG plurimæ glaciei particulæ pellucidæ, aliæ juxta alias jacentes, planè quemadmodum eſſe debent ut in ſtellulas formentur, & quarum convexitas talis eſt ut radius ex. gr., ex puncto A ad extremitatem ſtellulæ | G perveniens, & radius ex puncto C ad extremitatem ſtellulæ F, refringantur verſùs D, & ut etiam alii plures radii perveniant ad D, ex iis qui in illas incidunt quæ ſunt extra circulum GG. Manifeſtum eſt, præter radios AD, CD & ſimiles, qui, rectâ lineâ tendentes, Solem naturali magnitudine repræſentant, alios, refractos in EE, aërem comprehenſum hoc circulo FF ſatis lucidum

reddituros, & circumferentiam illius inter circulos FF & GG, ſpecie coronæ Iridis coloribus variegatæ, exhibituros; ipſum etiam rubrum intrinſecus ad F, & cæruleum extrinſecus ad G viſum
316 iri, | planè quemadmodum obſervatur. Et, ſi duo aut plures ordines particularum glaciei congeſti ſunt, dummodo radios ſolares non ideo planè excludant, illi radiorum qui per duos ordines in ſtellarum extremitatibus penetrant, hîc fere tantundem incurvati quantum alii qui per unum tantùm, alium circulum coloratum producent, ambitu quidem priori longè majorem, ſed minùs lucidum; ut ita tum duæ coronæ, quarum una alteram cingat, & quarum exterior interiori minùs picta ſit, appareant, ut etiam interdum fuit obſervatum.

5. Præterea hîc manifeſtum eſt quare non ſoleant hæ coronæ apparere circa ſidera, dum ſunt horizonti valde vicina : nam tunc radii obliquiùs in glaciei particulas incidunt, quàm ut illas penetrare poſſint. Et quare harum colores coloribus Iridis dilutiores ſint : nam per | refractiones multò minores efficiuntur. Et quare frequentiùs illæ circa Lunam appareant, curque etiam interdum circa ſtellas notentur : nempe cùm particulæ glaciei tam parum convexæ ſunt, ut illas admodum parvas efficiant. Cùm enim ex reflexionibus & refractionibus tam multis non pendeant quàm arcus cœleſtis, neque etiam lumine egent tam vehementi, ut producantur. Sed ſæpe nonniſi albæ apparent, non tam ob luminis defectum, quàm quia tunc materia in quâ formantur non eſt omnino pellucida.

6. Alias præterea coronas imaginari poſſemus, quæ ad imitationem arcûs cœleſtis in aquæ guttis formarentur, primò ſcilicet per duas refractiones ſine ullâ reflexione; ſed nec earum diameter ullâ re determinari poteſt, nec lumen in iis umbrâ limitatur, quemadmodum poſtulat colorum productio. Deinde per duas refractiones &
317 tres | aut quatuor reflexiones : ſed lumen illarum, tum maximè debile, facillimè extinguitur per illud quod à ſuperficie earundem guttarum reſilit. Unde dubito an unquam appareant, & calculus docet diametrum illarum multò majorem eſſe debere quàm deprehendatur in iis quæ vulgò obſervantur.

7. Cæterùm, quantum ad eas attinet quæ aliquando circa lampades aut candelas apparent, illarum cauſa non in aëre, ſed tantùm in oculo quærenda eſt. Cujus rei æſtate proximâ experimentum manifeſtum vidi. Cùm enim | noctu navigarem, & totâ illâ veſperâ caput cubito innixus, manu oculum dextrum clauſiſſem, altero interim verſùs cœlum reſpiciens, candela ubi eram allata eſt, & tunc, aperto utroque oculo, duos circulos flammam coronantes aſpexi, colore tam acri & florido, quàm unquam in arcu cœleſti me vidiſſe

memini. AB eſt maximus, qui ruber erat in A & cæruleus in B; CD minimus, qui etiam ruber in C, ſed albus verſùs D, ubi ad flammam uſque extendebatur. Oculo dextro poſtea iterum clauſo, notavi has coronas evaneſcere, & contrà, illo aperto & ſiniſtro clauſo, permanere : unde certò cognovi illas non aliunde | oriri, 318
quàm ex novâ conformatione, vel qualitate, quam dexter oculus acquiſiverat, dum ipſum ita clauſum tenueram, & propter quam non modò maxima pars radiorum quos ex flammâ admittebat, ipſius imaginem in O, ubi congregabantur, pingebant; ſed etiam nonnulli ex iis ita detorquebantur ut per totum ſpatium FO ſpargerentur, ubi pingebant coronam CD, & nonnulli alii per totum ſpatium FG, ubi coronam AB etiam pingebant. Non | determinatè hîc dico qualis iſta conformatio fuerit : plures enim diverſæ idem poſſunt efficere. Ut, ſi tantùm una aut duæ perexiguæ rugæ ſint in aliquâ ex ſuperficiebus tunicarum E, M, P, quæ ob figuram oculi ſint circulares & centrum habeant in lineâ EO : quemadmodum ibidem etiam ſæpe aliæ ſunt ſecundùm rectas lineas extenſæ, quæ ſe mutuò decuſſant in hâc lineâ EO, efficiuntque ut magnos quoſdam radios hinc inde ſparſos circa faces ardentes videamus. Ut etiam ſi quid opaci occurrat, vel inter E & P, vel alicubi ad latus, modò ibidem circulariter ſe diffundat. Vel denique ſi humores aut tunicæ oculi aliquo modo temperamentum aut figuram mutârint : admodum enim commune eſt iis qui oculis laborant, tales coronas videre, & non omnibus eodem modo apparent. Supereſt hîc tantùm ut notemus earum ambitus exteriores, quales hîc ſunt A & C, ut plurimùm rubros eſſe, planè contrà quàm in iis quas circa aſtra in nubibus pictas videmus. Cujus rei ratio manifeſta nobis erit, ſi conſideremus, in productione colorum quibus conſtant, humorem cryſtallinum PNM fungi officio ejus priſmatis PNM, de quo ſuprà ſumus locuti; & retinam FGF officio lintei albi, radios per hoc priſma tranſeuntes excipientis. Sed du|bitabit fortè quiſpiam, cùm humor cryſtallinus hoc poſſit, cur non 319
eodem modo reliqua omnia objecta quæ cernimus, coloribus Iridis pingat. Quare notandum eſt, ex ſingulis objectorum punctis multos radios ad ſingula retinæ puncta pervenire, quorum uni, cùm tranſeant per partem N humoris cryſtallini, & alii, per partem | S, contrario planè modo in illâ agunt & ſe mutuò deſtruunt, ſaltem quantum ad colorum productionem attinet; hîc autem eos omnes qui ad partem retinæ FGF perveniunt, nonniſi per partem N humoris cryſtallini tranſire, ideoque rotationem quam ibi acquirunt poſſe ſentiri. Atque hæc omnia tam aptè cum iis, quæ de naturâ colorum ſuprà dixi, conveniunt, ut eorum veritatem non parum mihi videantur confirmare.

320 | CAPUT X.

De Parheliis.

1. Interdum & alii in nubibus circuli videntur, differentes ab iis de quibus diximus, eo quòd tantùm albi appareant, neque aſtrum in centro habeant, ſed ipſi, ut plurimùm, Solis aut Lunæ centra permeent & paralleli aut fere paralleli horizonti videantur. Sed, quia nonniſi in magnis | & rotundis illis nubibus, de quibus ſuprà locuti ſumus, conſpiciuntur, & in iiſdem etiam quandoque plures Soles aut Lunæ repræſentantur, conjunctim utrumque hîc eſt explicandum. Sit ex. gr. A Meridies, ubi Sol conſiſtit comitatus vento calido tendente ad B; & C Septentrio, unde ventus frigidus etiam ad B nititur. Et ibi ſuppono hos duos ventos vel invenire, vel cogere nubem ex glaciei particulis compoſitam, quæ tam lata eſt & profunda ut non poſſint, unus ſuper, alius ſubter, vel per ejus medium, labi quemadmodum aliàs ſolent, ſed curſum ſuum circumcirca tenere cogantur; quâ operâ non tantùm illam rotundant, ſed etiam
321 qui à Meridie calidus ſpirat, nivem ejus ambitûs | paululùm liquefacit; quæ ſtatim iterum gelata, tam frigore venti borealis quàm viciniâ nivis interioris nondum liquefactæ, magnum quendam velut annulum ex glacie continuâ & pellucidâ componit, cujus ſuperficies ſatis polita eſt, quoniam venti, illam rotundantes, admodum uniformes ſunt. Præterea etiam hæc glacies craſſior eſt à latere DEF, quod Soli & calidiori vento expoſitum ſuppono, quàm à latere GHI, ubi | tam facilè liquefieri nix haud potuit. Et poſtremò notandum, hâc aëris conſtitutione manente, ſufficientem calorem circa nubem B vix eſſe poſſe ad glaciem ibi formandam, quin etiam terra ſubjecta ſatis calida ſit ad multos vapores emittendos, qui, totum nubis corpus ſurſum pellentes, hanc glaciem in aëre ſuſpenſam ſuſtineant. Quibus poſitis, facilè intelligitur lumen Solis (quem ſatis altum verſùs Meridiem eſſe ſuppono), undiquaque glaciem DEFGHI illuſtrans & inde reſiliens in nivem nubis quam cingit, debere hanc nivem ex terrâ ſubjectâ ſpectantibus inſtar magni circuli albi exhibere; quinimo etiam ad hoc ſatis eſſe, ſi nubes ſit rotunda & ejus nix paulò denſior in ambitu quàm in medio, licèt annulus glaciei non ſit formatus.

2. Sed cùm formatus eſt, poſſunt etiam apparere, ſtantibus in

terrâ circa punctum K, usque ad sex Soles, qui circulo albo, tanquam annulo totidem adamantes, inserti sint. Primus scilicet in E, ob radios directè fluentes à Sole, quem suppono in A; duo sequentes in D & F, per refractionem radiorum qui glaciem iis in locis permeant, ubi, crassitie illius paulatim decrescente, introrsum ab utrâque parte incurvantur, quemadmodum ii qui prisma crystallinum, de quo suprà, perlabuntur. Et propterea hi duo Soles in | oris rubrum 322
colorem ostentant eâ parte quâ E respiciunt, ubi glacies crassior est; & cæruleum in alterâ, ubi tenuior. Quartus in H per reflexionem apparet : duo | itidem postremi per reflexionem in G & I, per quæ puncta G & I suppono circulum describi posse, cujus centrum in puncto K, & qui transeat per B, nubis centrum : ita ut anguli KGB & KBG aut BGA æquales sint, ut & KIB & KBI aut BIA. Novimus enim reflexionem semper ad angulos æquales fieri, & hujus glaciei partes omnes, ex quibus Solis radii possunt versùs oculum reflecti, ejus imagini referendæ aptas esse. Sed, quoniam recti radii semper refractis acriores sunt, hi tamen magis adhuc vegeti quàm reflexi, illustrior Sol apparebit in E quàm vel in D vel etiam in F; rursusque in D & F illustrior quàm vel in G vel in H vel in I; & hi tres G, H & I, nullo colore in oris insignes erunt, ut D & F, sed tantùm albicabunt.

3. Jam si spectatores non sint in loco K, sed alicubi viciniores puncto B, ita ut circulus cujus centrum in illorum oculis statuatur & qui transeat per B, circumferentiam nubis non secet, duos Soles G & I videre haud poterunt, sed tantùm quatuor reliquos. Et si contrà multùm recedant ad H vel paulò ulteriùs ad C, quinque tantùm videbunt, D, E, F, G, | & I. Et longè ulterius recedentes, 323
| videbunt tantùm tres, eosque non ampliùs albo circulo insertos, sed albâ quâdam veluti trabe trajectos. Itemque manifestum est, si Sol non satis altus sit supra horizontem ad illuminandam partem nubis GHI, vel etiam hæc pars nubis GHI nondum sit planè formata, tres tantùm Soles D, E, F posse apparere.

4. Cæterùm hucusque nonnisi latitudinem hujus nivis consideravimus; at multa alia in ejus altitudine notanda occurrunt, quæ hîc meliùs videbuntur, si eam, tanquam si per medium secta esset, exhibeamus. Primò, licèt Sol non sit præcise in lineâ rectâ quæ tendit ab E ad oculum K, sed aliquanto altior vel demissior, non ideo minùs versùs E conspici debet, præsertim si glacies non nimis in altum aut profundum extendatur. Tum enim superficies hujus glaciei tantum curvabitur ut, ubicunque demum sit, perpetuò fere suos radios reflectere possit ad K. Ut, si habeat in suâ crassitie figu-

324 ram comprehenſam lineis 123 & 456, | manifeſtum eſt, non tantùm Sole exiſtente in | rectâ A2, radios illam perlapſos ire poſſe ad oculum K, ſed etiam ſi longè inferior ſit, velut in lineâ S1, vel multò ſuperior, ut in lineâ T3 ; & ita ſemper illum exhibere ac ſi eſſet in lineâ rectâ EK. Cùm enim annuli glaciei latitudo (quæ ſecundùm nubis craſſitiem ſumenda eſt) non valde magna ſupponatur, differentia quæ eſt inter lineas 4K, 5K, & 6K, non multùm in rationem venit.

5. Notandumque eſt hoc efficere poſſe ut Sol, poſtquam jam planè occubuit, rurſus appareat; itemque in horologiis ut umbræ plus juſto accedant vel recedant atque ita horam planè aliam quàm reverà eſt, deſignent. Verumtamen, ſi Sol multò humilior ſit quàm appareat in E, adeo ut ejus radii etiam per inferiorem glaciei partem ad oculum K ferantur ſecundùm lineam rectam, qualis eſt hîc S7K quam ſuppono parallelam lineæ S1, tunc, præter ſex Soles jam expoſitos, ſeptimus infra ipſos apparebit, qui, multò magis iis refulgens, umbram quam in horologiis efficere poſſent, delebit. Eâdem ratione, ſi adeo ſublimis ſit ut radios ſecundùm lineam rectam per ſuperiorem glaciei partem agere poſſit ad K, ut per lineam T8K parallelam lineæ T3, & nubes non ita ſit opaca ut illos excludere poſſit, ſupra ſex alios ſeptimum Solem videbimus. Si verò glacies 123456 latiùs extendatur uſque ad puncta 8 & 7, Sole poſito in A, tres, unus ſupra alterum, ad E poterunt apparere, nempe in punctis 8, 5 & 7 ; & tunc etiam alii tres, unus ſupra alterum, ad D, & tres ad F poterunt apparere; ita ut uſque ad duodecim circulo albo DEFGHI inſerti conſpiciantur. Item, ſi Sol paulò humilior ſit | quàm in S,
325 aut ſublimior quàm in T, tres iterum ad E apparebunt : duo | nempe in circulo albo, & infrà aut ſuprà, tertius. Et tum poterunt adhuc duo apparere in D, & duo in F. Nunquam autem memini tot ſimul obſervatos fuiſſe ; neque etiam, cùm tres, alius ſupra alium, viſi fuerunt, quod ſæpius accidit, alios quoſdam laterales fuiſſe conſpectos ; vel, tribus viſis qui horizonti æquidiſtarent, quod etiam ſatis frequens eſt, alios quoſdam ſuprà vel infrà apparuiſſe. Cujus ratio ſine dubio ex eo pendet quòd latitudo glaciei, notata inter puncta 7 & 8, plerumque nullam proportionem habeat cum magnitudine ambitûs totius nubis : adeo ut oculus puncto E admodum propinquus eſſe debeat, cùm hæc latitudo ſatis magna ipſi apparet, ad tres Soles, alium ſupra alium in eâ diſtinguendos ; & contrà valde remotus, ut radii fracti in D & F, ubi maximè craſſities glaciei minuitur, ad illum pertingere poſſint. | Et rariſſimè accidit nubem adeo integram eſſe, ut plures quàm tres ſimul appareant.

326 6. Fertur tamen Poloniæ rex, anno 1625, uſque ad ſex vi|diſſe.

Et ante tres annos Mathematicus Tubingenſis quatuor illos, qui hîc litteris D, E, F & H deſignati ſunt, obſervavit, notavitque inter cætera in ſcripto quodam, quem eâ de re tunc vulgavit, duos D & F rubros fuiſſe quâ parte medium, quem verum ille Solem appellat, reſpiciebant, & cæruleos averſâ ; quartumque H valde pallidum & vix conſpicuum fuiſſe. Quod multùm confirmat ea quæ dixi.

Sed obſervatio pulcherrima & maximè omnium memorabilis quas unquam in hâc materiâ vidi, illa eſt quinque Solium, qui 20 Martii anni 1629 Romæ apparuere, horâ ſecundâ & tertiâ pomeridianâ. Et ut accuratiùs percipi poſſit an etiam iis quæ diximus congruat, iiſdem verbis quibus tum vulgata fuit, illam hîc adſcribam.

A obſervator Romanus. B vertex loco obſervatoris incumbens. C Sol verus obſervatus. A B planum verticale, in quo & oculus obſervatoris & Sol obſervatus exiſtunt, in quo & vertex loci B jacet ; ideoque omnia per lineam | verticalem A B repræſentantur : in hanc enim totum planum verticale procumbit. Circa Solem C apparuere duæ incompletæ Irides eidem homocentricæ, diverſicolores, quarum minor ſive interior D E F plenior & perfectior fuit, curta tamen, ſive aperta, a D ad F, & in perpetuo conatu ſeſe claudendi ſtabat, & quandoque claudebat, ſed mox denuo aperiebat. Altera, ſed debilis ſemper & vix conſpectabilis, fuit G H I, exterior & ſecundaria, veriegata tamen & ipſa ſuis coloribus, ſed admodum inſtabilis. Tertia & unicolor, eaque valde magna, Iris fuit K L M N, tota alba, quales ſæpe viſuntur in paraſelenis circa Lunam ; hæc fuit arcus excentricus, integer ab initio, Solis per medium incedens, circa finem tamen, ab M verſùs N, debilis & lacer, imo quaſi nullus. Cæterùm, in communibus circuli hujus interſectionibus cum Iride exteriore G H I, emerſerunt duo par|helia non uſque adeo perfecta, N & K : quorum hoc debiliùs, illud autem fortiùs & luculentiùs ſplendeſcebat ; amborum medius nitor æmulabatur ſolarem, ſed latera coloribus Iridis pingebantur ; neque rotundi ac præciſi, ſed inæquales & lacunoſi, ipſorum ambitus cernebantur. N, inquietum ſpectrum, ejaculabatur caudam ſpiſſam ſubigneam N O P cum jugi reciprocatione. L & M fuêre trans Zenith B, prioribus minùs vivaces, ſed rotundiores & albi inſtar circuli ſui cui inhærebant, lac ſeu argentum purum exprimentes, quanquam M mediâ tertiâ jam prope diſparuerat, nec niſi exigua ſuî veſtigia præbuit ; quippe & circulus ex illâ parte defecerat. Sol N defecit ante Solem K, illoque deficiente roborabatur K, qui omnium ultimus diſparuit, etc.

327

C K L M circulus albus erat, in quo | Soles quinque apparebant ; & imaginandum ſpectatorem, locatum ad A, circulum hunc interea

ſupra ſe in aëre habuiſſe, ita ut punctum B vertici illius incubuerit, ac duos Soles L & M habuerit à tergo, cùm alios tres K, C, N antrorſum objectos videret : quorum duo K & N in oris colorati, nec tam rotundi, neque tam fulgentes erant quàm qui in C ; unde liquet
328 illos ex | refractione generatos ; cùm viceverſâ duo L & M ſatis quidem rotundi, ſed minùs fulgentes eſſent & planè albi, nullo alio colore in extremitatibus permixto : unde conſtat à reflexione illos fuiſſe.

7. Et plurimæ cauſæ potuerunt impedire quominus ſextus alius Sol apparuerit in V ; quarum omnium tamen maximè veriſimilis eſt, oculum tam propinquum illi fuiſſe, pro ratione altitudinis nubis, ut omnium[a] radii, in glaciem, quæ ibi erat, incidentes, ulteriùs reſilirent quàm ad punctum A. Et quamvis punctum B non tam propinquum Solibus L & M, quàm centro nubis hîc repræſentetur, hoc tamen non impedit quin regula circa locum apparitionis horum Solium jam a nobis tradita, ibi fuerit obſervata. Cùm enim | ſpectator vicinior eſſet arcui L V M quàm aliis circuli partibus, illum majorem, earum reſpectu, quàm reverà erat, debuit judicare. Ac præterea hæ nubes proculdubio vix unquam accuratè rotundæ exiſtunt, etiamſi tales appareant.

329 8. Sed duo adhuc notatu digna hîc ſuperſunt, quorum | primum eſt Solem N, qui verſùs Occidentem ſitus erat, figuram mutabilem & incertam habuiſſe, de ſeque caudam ſpiſſam ſubigneam ejaculatum eſſe, quæ mox longior, mox brevior apparebat. Quod proculdubio non aliunde fuit quàm ex eo quòd imago Solis ita deformata & irregularis erat verſùs N, ob glaciei inæqualitatem ; ut eadem ſæpe videtur, cùm aquæ paululùm trementi innatat, aut cùm per vitrum inæqualium ſuperficierum adſpicitur. Glacies enim veriſimiliter aliquantulùm in illâ parte agitata erat, nec ſuperficies tam regulares habebat, quoniam ibi diſſolvi incipiebat : quod circulus albus interruptus & velut nullus inter M & N, itemque Sol N evaneſcens ante Solem K, qui roborabatur ut alter deficiebat, ſatis probant.

9. Secundum, quod hîc notandum occurrit, ſunt duæ coronæ cingentes Solem C, iiſdem coloribus, quibus arcus cœleſtis, variegatæ : quarum interior D E F illuſtrior & magis conſpicua erat quàm exterior G H I ; ita ut minimè dubitem quin, eo modo quem paullò antè explicui, fuerint generatæ per refractionem quæ fiebat, non in continuâ glacie, in quâ Soles K & N apparebant, ſed in aliâ in multas exiguas particulas diviſâ, | quæ ſuprà & infrà inveniebatur. Veriſimile quippe eſt eandem cauſam, quæ ex quibuſdam

a. *an* omnes *legendum ?*

partium nubis exteriorum integrum aliquem circulum glaciei potuit componere, alias vicinas diſpoſuiſſe ad repræſentandas has coronas. Adeo ut, ſi non ſemper tales videantur, quoties plurimi Soles apparent, cauſa ex eo ſit quòd craſſities nubis non ſemper ultra circulum glaciei, quo cingitur, ſe extendat; vel etiam quòd tam opaca ſit atque obſcura, ut per illam nequeant appa-
rere. Quod | ad locum harum coronarum, non alibi quàm circa 330
verum Solem apparent, neque ullo modo a Parheliorum locis dependent. Quamvis enim duo Parhelii K & N hîc in ſectione mutuâ exterioris coronæ & circuli albi occurrant, caſu tantummodo id accidit, & pro certo mihi perſuadeo idem in locis paululùm ab Urbe Româ remotis, ubi idem phænomenon apparuit, non viſum fuiſſe. Sed non propterea judico centrum illarum ſemper in rectâ lineâ ad Solem ab oculo ductâ, tam accuratè ut illud Iridis, exſtare : hoc enim intereſt quòd aquæ guttæ, cùm ſint rotundæ, ſemper | eandem refractionem efficiant, quemcunque demum obtineant ſitum ; quòdque econtra glaciei particulæ, cùm ſint planæ, hoc majorem efficiant quo magis obliquè Solis radios tranſmittunt. Et quoniam, cùm formantur in circumferentiâ nubis vi venti illam circumquaque lambentis, alio ſitu ibi jacere debent quàm cùm in planâ nubis ſuperficie, ſive ſuperiori ſive inferiori, fiunt, accidere poteſt ut duæ ſimul coronæ appareant, una in alterâ, ejuſdem fere magnitudinis & non accuratè idem centrum habentes.

10. | Præterea quoque accidere poteſt ut, præter ventos hanc nu- 331
bem cingentes, alius aliquis infrà vel ſuprà feratur, qui, denuo ſuperficiem aliquam ex glacie ibi formans, alias varietates in hoc phænomeno efficiat. Quod etiam interdum poſſunt nubes circumjacentes, aut pluvia, ſi fortè tunc cadat. Nam radii, à glacie alicujus harum nubium reſilientes ad pluviæ guttas, partes Iridis diverſi admodum ſitûs ibi repræſentabunt. Et præterea etiam, cùm ſpectatores non ſunt ſub aliquâ tali nube locati, verùm à latere inter plures, alios circulos & alios Soles videre poſſunt. De quibus plura hîc dicere ſupervacaneum arbitror : ſpero enim illos qui omnia ſatis intelligent quæ in hoc Tractatu continentur, nihil in poſterum in nubibus viſuros, cujus non facilè cauſam animadvertant, nec quod pro miraculo ſint habituri.

FINIS.

NOTE SUR LE PROBLÈME DE PAPPUS

GÉOMÉTRIE DE DESCARTES, PAGE 377.

TRADUCTION DU TEXTE GREC DE PAPPUS, d'après l'édition de Fr. Hultsch (*Pappi Alexandrini Collectionis quæ supersunt*, vol. II, Berlin, Weidmann, 1877, pp. 676-680). Nous donnons tout d'abord le passage, visé dans ce texte, du préambule du livre I des *Coniques* d'Apollonius :

« Le livre III contient nombre de théorèmes remarquables, qui sont » utiles pour la synthèse des lieux plans et la détermination des condi- » tions de possibilité des problèmes. La plupart de ces théorèmes et les » plus beaux sont nouveaux ; leur découverte nous a fait reconnaître » qu'Euclide n'a pas effectué la synthèse du lieu à 3 et 4 lignes, mais seu- » lement celle d'une partie de ce lieu prise au hasard, et qu'il ne s'en est » même pas heureusement tiré; c'est que, sans nos découvertes, il n'était » pas possible de faire la synthèse complète. »

PAPPUS : « Mais ce lieu à 3 et 4 lignes, dont Apollonius dit, à propos » de son livre III, qu'Euclide ne l'a pas complètement traité, lui-même, » pas plus qu'aucun autre, n'aurait pu l'achever, ni même rien ajouter à » ce qu'Euclide en a écrit, du moins en s'en tenant exclusivement aux » Éléments des Coniques déjà démontrés au temps d'Euclide... »

« Voici quel est ce lieu à 3 et 4 lignes, à propos duquel Apollonius se » décerne de grands éloges pour ses additions et dont il aurait dû savoir » gré au premier qui en a écrit. Si, trois droites étant données de posi- » tion, on mène d'un même point, sur ces trois droites, trois autres sous » des angles donnés, et qu'on donne le rapport du rectangle compris sous » deux des menées au carré de la troisième, le point se trouvera sur un » lieu solide donné de position, c'est-à-dire sur l'une des trois coniques. » Si c'est sur quatre droites données de position que l'on mène des droites » sous des angles donnés, et qu'on donne le rapport du rectangle de deux » des menées à celui des deux autres, le point se trouvera de même sur » une section conique donnée de position. D'autre part, si les droites » sont seulement au nombre de deux, il est établi que le lieu est plan ; mais, » s'il y a plus de quatre droites, le lieu du point n'est plus de ceux qui » soient connus ; il est de ceux qu'on appelle simplement lignes (sans en » savoir davantage sur leur nature ou leurs propriétés), et on n'a fait la

» synthèse d'aucune de ces lignes, ni montré qu'elle servît pour ces lieux, » pas même pour celle qui semblerait la première et la plus indiquée. » Voici comment on propose ces lieux. »

« Si d'un point on mène à cinq droites données de position d'autres » droites sous des angles donnés, et qu'on donne le rapport entre le paral- » lelépipède rectangle compris sous trois des menées et le parallelépipède » rectangle compris sous les deux autres et sous une donnée, le point se » trouvera sur une ligne donnée de position. »

« Si les droites données sont au nombre de six, et que l'on donne le » rapport du solide compris sous trois des menées au solide compris sous » les trois autres, le point se trouvera de même sur une ligne donnée de » position. »

« S'il y a plus de six droites, on ne peut plus dire que l'on donne le » rapport entre quelque objet compris sous quatre droites et le même » compris sous les autres, puis qu'il n'y a rien qui soit compris sous plus » de trois dimensions. Cependant, peu de temps avant nous, on s'est » accordé la liberté de parler ainsi, sans rien désigner pourtant qui soit » aucunement intelligible, en disant le compris sous telles droites par » rapport au carré de telle droite ou au compris sous telles autres. Il était » cependant aisé, au moyen des rapports composés, d'énoncer et de » prouver en général les propositions précitées et celles qui suivent. » Voici comment : »

« Si d'un point on mène à des droites données de position d'autres » droites sous des angles donnés et que l'on donne le rapport composé de » celui de l'une des menées à une autre, de celui des menées d'un second » couple, de celui des menées d'un troisième, enfin de celui de la der- » nière à une donnée, s'il y a sept droites en tout, ou bien de celui des » deux dernières, s'il y en a huit, le point se trouvera sur une ligne » donnée de position. »

» On pourra dire de même, quel que soit le nombre des droites, pair » ou impair. Mais, comme je l'ai dit, pour aucun de ces lieux qui suivent » celui à 4 droites, il n'y a eu une synthèse faite qui permette de con- » naître la ligne. »

OBSERVATIONS.

Nous avons déjà, dans le tome IV de la Correspondance (*éclaircissement,* p. 364-366), discuté le passage particulièrement obscur du texte de Pappus (ci-avant, p. 378, l. 6-10), et nous en avons donné une traduction un peu différente de celle qui précède, pour laquelle nous avons suivi la leçon des manuscrits.

Nous ajouterons ici quelques autres remarques, d'abord sur le passage de Pappus, puis sur la solution de Descartes.

1. La façon dont les anciens traitaient le lieu à trois et quatre droites a

été magistralement élucidée dans le remarquable ouvrage de M. Zeuthen, de Copenhague, ouvrage traduit en allemand par M. von Fischer-Benzon, sous le titre : *Die Lehre von den Kegelschnitten in Altertum* (Copenhague, Höst, 1886). Nous relèverons donc seulement, ici, ce qui, dans le langage d'Apollonius et de Pappus, pouvait induire en erreur, au XVIIe siècle, sur l'histoire réelle de ce problème.

Il a dû être posé et résolu, par les procédés d'analyse géométrique des anciens, dans un ouvrage un peu antérieur à Euclide, les cinq Livres des *Lieux Solides* d'Aristée (lesquels contenaient d'ailleurs certainement les éléments de nombre de théories qui font défaut dans les *Coniques* d'Apollonius, et que, par suite, on a cru à tort ignorées de lui, comme les propriétés du foyer de la parabole, des directrices des coniques, etc.). La synthèse, dont la marche était tout indiquée par l'analyse, n'offrait d'intérêt que comme exercice ou application à des données particulières ; mais il importait de réunir et d'établir les divers théorèmes nécessaires, soit pour la faciliter, soit pour la rendre complète. Ce fut le but (et non pas la synthèse elle-même) que paraît s'être proposé Euclide dans une partie de ses quatre Livres des *Coniques*, ouvrage qui n'était déjà plus étudié au temps de Pappus ; Euclide semble s'y être borné à réunir les travaux synthétiques des géomètres plus anciens, et cela pour faciliter en particulier l'étude des *Lieux Solides* d'Aristée. Apollonius accomplit, dans son troisième Livre, la théorie laissée imparfaite (un des grands progrès qu'il réalisa fut, en particulier, la considération simultanée des deux hyperboles opposées, ou, comme nous le disons, des deux branches d'une même hyperbole) ; mais ce Livre ne pouvait être utilisé, pour le lieu à trois ou quatre droites, que si l'on connaissait déjà la solution analytique, qui, seule, pouvait mettre en lumière la véritable portée des théorèmes d'Apollonius et la façon de les appliquer.

Au commencement du XVIIe siècle, les géomètres, n'ayant plus l'ouvrage d'Aristée, pas plus que les *Coniques* d'Euclide, ne disposant que des quatre premiers Livres d'Apollonius et des indications très insuffisantes de Pappus, avaient donc, pour résoudre la question du lieu à trois et quatre droites, à retrouver l'analyse ancienne, dont ils ignoraient les procédés, ou à essayer une divination réellement difficile. Aussi Descartes ne pouvait guère mieux choisir que ce lieu pour illustrer, par un exemple frappant, l'emploi de la méthode analytique nouvelle qu'il avait conçue pour faciliter l'application du calcul algébrique à la géométrie.

Le problème avait été proposé par Golius à Mydorge, au moins dès 1630 (*Correspondance*, tome I, p. 256, l. 18), et à Descartes en 1631 (*Ibid.*, p. 232-235). Dès avant la publication de sa *Géométrie*, Descartes l'indique à Mersenne, en 1632 et 1634, comme un problème à poser à Roberval (*Ibid.*, p. 256 et 288). Avant 1637, Fermat (*Œuvres de F.*, II, p. 105, l. 2) l'avait résolu à la façon des anciens ; sa solution, très élégante, pour le lieu à trois droites, se trouve seule conservée. Roberval ne paraît s'en être occupé que plus tard, mais le 4 août 1640 (*Ibid.*, p. 201, 8), il

écrit à Fermat : « Depuis cette invention (celle de sa méthode des tan-
» gentes), je me suis appliqué aux lieux solides *ad tres et quatuor lineas*,
» lesquels j'ai entièrement restitués, quoique, pour n'y rien oublier, il ne
» faille guère moins de discours qu'aux six premiers Livres des Élé-
» ments. » Il avait donc dû faire la synthèse complète.

2. Le problème général, tel que l'énonce Pappus pour un nombre quelconque de droites, peut aisément se poser comme suit. Soient :

$$A_1 = 0, \; A_2 = 0, \; \ldots\ldots \; A_n = 0,$$
$$B_1 = 0, \; B_2 = 0, \; \ldots\ldots \; B_n = 0,$$

les équations de $2n$ droites en coordonnées rectangulaires ou obliques, λ un coefficient arbitraire, l'équation du lieu à $2n$ droites sera :

$$A_1 A_2 A_3 \ldots A_{n-1} A_n \pm \lambda B_1 B_2 B_3 \ldots B_{n-1} B_n = 0,$$

tandis que celle du lieu à $2n - 1$ droites serait :

$$A_1 A_1 A_3 \ldots A_{n-1} A_n \pm \lambda B_2 B_2 B_3 \ldots B_{n-1} = 0.$$

Dans les deux cas, l'équation est du degré n, mais, à cause du double signe λ, elle représente l'ensemble de deux courbes de ce même degré, circonstance que n'a pas relevée l'auteur de la *Géométrie*.

Il est à remarquer que la définition de Pappus pour le lieu en général, quand le nombre des droites est impair, ne concorde pas avec sa définition particulière pour le lieu à trois droites, qui revient à l'équation :

$$A_1 A_2 \pm \lambda B^2 = 0.$$

Enfin, c'est par suite d'une heureuse erreur, puisqu'elle lui a fait aborder au moins deux cas simples du lieu à cinq lignes, que Descartes a interprété la traduction de Commandin comme si les anciens avaient traité l'un de ces cas. Quoique le texte de Pappus reste douteux, il a certainement voulu dire tout le contraire.

3. Dans sa solution générale, Descartes reconnaît nettement la nature algébrique de la courbe et le degré de l'équation ; seulement, de même qu'il classe les problèmes d'après le degré de la courbe à employer pour les résoudre avec un cercle et non avec une ligne droite, il comprend sous un même genre, d'ordre n, les courbes de degré $2n$ et $2n - 1$. Cette nomenclature amène quelques ambiguïtés.

D'autre part, il affirme que toute courbe du genre n (degré $2n$) peut être lieu pour $4n$ droites. Ceci est vrai pour $n = 1$; il suffit de remarquer, pour les courbes du second degré, que, le lieu passant en général par chacune des intersections d'une droite A avec une droite B, on a ici quatre points et que le coefficient λ donne la cinquième condition pour déterminer la conique. La proposition est encore vraie pour $n = 2$ (lieu à huit droites). Mais, pour les valeurs supérieures de n, le nombre des conditions nécessaires pour déterminer la courbe générale du degré $2n$, dépasse celui des conditions du problème. Il n'y a donc en général, si $n > 2$, que certaines espèces de courbes du degré $2n$ qui jouissent de la

propriété que leur équation puisse se mettre sous la forme de l'équation du lieu à $4n$ droites.

4. Descartes explique très clairement sa solution pour le premier cas simple du lieu à cinq lignes qu'il a traité ; quant au second, ce qu'il dit est d'une obscurité probablement volontaire, et même inexact, si on le prend à la lettre. Car, supposant le lieu rapporté à un diamètre (soit l'axe des x) et à l'axe conjugué passant par le sommet (l'axe des y), il dit que les ordonnées y sont égales à celles d'une section conique, dont les abscisses z formeraient, avec les abscisses correspondantes x du lieu, un produit constant, soit m^2. C'est-à-dire que l'on aurait :

$$y^2 = 2pz - \frac{p}{a} z^2, \text{ et } zx = m^2.$$

Mais il est clair qu'à moins de supposer nul le terme en z^2, l'équation en x et y sera alors du quatrième degré et non du troisième, comme elle doit être pour un lieu à cinq lignes ; que, d'autre part, si la conique est simplement une parabole $y^2 = 2pz$, l'équation du lieu prendra la forme $xy^2 = k^3$, qu'on ne voit pas le moyen de mettre sous celle qui correspond au cas examiné par Descartes.

Il a dû supposer les quatre droites parallèles symétriques par rapport à l'axe des x, et prendre la droite les traversant comme axe des y ; les équations des cinq droites sont alors :

$$y - a = o, y + a = o, y - b = o, y + b = o, x = o,$$

et celle du lieu :

$$x(y^2 - b^2) = m(y^2 - a^2).$$

En posant $ma^2 = b^2c, c - m = n, x = c + x'$, on ramène cette équation à la forme : $y^2 = \frac{b^2x'}{x'+n}$.

En posant maintenant $x' + n = \frac{n^2}{z}$, on a $y^2 = \frac{b^2}{n}(n - z)$. On arrive bien ainsi à l'équation d'une parabole ; seulement l'abscisse du lieu n'est pas, comme le dit Descartes, comptée à partir du sommet, mais bien à partir de la rencontre de l'axe des x avec une perpendiculaire, asymptote de deux branches de la courbe.

5. En ce qui concerne l'analyse du lieu à quatre droites, que Descartes a présentée sous forme d'une discussion générale de l'équation du second degré à deux inconnues, on peut remarquer qu'il a omis de considérer le cas où le coefficient de y^2 est nul. Il a lui-même reconnu cette omission et l'a signalée dans sa lettre à Debeaune du 20 fév. 1639 (t. II de cette édition, p. 511, l. 3) ; il y fait déjà probablement allusion le 31 mars 1638 (t. II, p. 84, l. 7), plutôt qu'au cas que nous avons supposé visé, dans la note sur ce passage.

PAUL TANNERY.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES

Achevé d'imprimer
par LÉOPOLD CERF
12, rue Sainte-Anne, à Paris
le 20 novembre 1902





